



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Empleando La
Metodología PCI En Un Tramo De La Avenida Metropolitana, Ate
Vitarte 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Simón Sánchez, Ezequiel Mateo (ORCID: 0000-0001-8116-1399)

ASESORA:

Mg. Cesar Augusto Paccha Rufasto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y vida a pesar de la pandemia en que vivimos, a mis padres, Prudencia Sánchez Vega y Alberto Simón Cancho, quienes me enseñaron buenos valores, a mi esposa Carmen Meza Puente, mis hijos Camila y Jeremy, y a todos mis hermanos, quienes me apoyaron y me dieron la fuerza para salir adelante. A todos ellos, mi amor y mi cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad César Vallejo, por darme la oportunidad de poder realizar unos de mis grandes sueños, de ser un gran profesional, de motivarme e inculcarme en todo momento grandes conocimientos y valores, a toda mi familia por darme la fuerza y el valor de sacar adelante esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III METODOLOGÍA.....	41
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	42
3.2 Las Variables y su Operacionalización.....	43
3.3 Población, muestra y muestreo.....	43
3.4 Técnicas de Instrumento de Recolección de datos.....	48
3.5 Procedimientos.....	49
3.6 Método de análisis de datos.....	52
3.7 Aspectos éticos.....	53
IV RESULTADOS.....	54
V DISCUSIÓN.....	77
VI CONCLUSIONES.....	79
VII RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	88

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	88
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.....	88
Anexo 3: Reconocimiento de fallas de pavimento flexible por PCI.....	88
Anexo 4: Calificación de la condición del pavimento PCI.....	88
Anexo 5: Matriz de evaluación de fallas de pavimento flexible.....	88
Anexo 6: Instrumento de Recolección de Datos.....	88
Anexo 7: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado y CBR.....	88
Anexo 8: Instrumento de Recolección de Datos del Conteo Vehicular.....	88
Anexo 9: Grafica de valor deducido de fallas PCI.....	88
Anexo 10: Fotografías de evaluación.....	88

Resumen

El proyecto de investigación titulado “Evaluación superficial del pavimento flexible empleando la metodología PCI en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020. Presenta como objetivo fundamental la evaluación superficial del pavimento flexible de la Avenida Metropolitana con el propósito de conocer el estado de la vía evaluada; esto se realiza mediante el PCI, que establece el método más completo de evaluación del pavimento, es bastante recomendado y debidamente admitido como un método estandarizado y está difundido por la ASTM como un método completo de análisis y aplicación.

Este método se realizó para conseguir un índice de la integridad estructural y de la condición operacional de la superficie del pavimento, arrojando valores que cuantifican la condición del pavimento para su mantenimiento.

Después de conocer el estado del pavimento, mediante el método PCI, se realizó como uno de los aportes del proyecto de investigación para el mejoramiento de la Avenida Metropolitana, el diseño del pavimento flexible, a través del método AASHTO-93.

En el primer capítulo del proyecto de investigación se da a conocer un marco teórico donde se desarrollan los conceptos generales que se debe conocer para entender el proyecto investigación, también se explica la realidad problemática de los pavimentos en el lugar de estudio.

En el segundo capítulo se procede a describir el método a usar, que en nuestro caso es no experimental ya que solo se estudió y evaluó el problema tal cual se presentó sin necesidad de alterarla o modificarla.

A través del tercer capítulo se da a conocer los resultados después de haber analizado las unidades de muestras, dando a conocer que en la avenida Metropolitana se encuentra en una condición mala con un valor PCI de 38.60.

También se muestra el desarrollo del diseño del pavimento mediante el método AASHTO-93, para el mejoramiento de la Avenida Metropolitana.

Palabras claves: Evaluación, clasificación, condición.

Abstract

The research project entitled "Surface evaluation of the flexible pavement using the PCI methodology in a section of Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020. Its fundamental objective is the superficial evaluation of the flexible pavement of Avenida Metropolitana with the purpose of knowing the state of the evaluated pathway; This is done through the PCI, which establishes the most complete method of pavement evaluation, is highly recommended and duly accepted as a standardized method, and is disseminated by ASTM as a complete method of analysis and application.

This method was performed to obtain an index of the structural integrity and operational condition of the pavement surface, yielding values that quantify the condition of the pavement for its maintenance.

After knowing the state of the pavement, using the PCI method, it was carried out as one of the contributions of the research project for the improvement of the Metropolitan Avenue, the design of the flexible pavement, through the AASHTO-93 method.

In the first chapter of the research project, a theoretical framework is presented where the general concepts that must be known to understand the research project are developed, the problematic reality of the pavements in the study place is also explained.

In the second chapter, the method to be used is described, which in our case is non-experimental since the problem was only studied and evaluated as it was presented without the need to alter or modify it.

Through the third chapter, the results are disclosed after having analyzed the sample units, revealing that Metropolitan Avenue is in a bad condition with a PCI value of 38.60.

It also shows the development of the pavement design using the AASHTO-93 method, for the improvement of the Metropolitan Avenue.

Keywords: Evaluation, classification, condition.

I. INTRODUCCIÓN

En diversos países del mundo se han incrementado estrepitosamente la cantidad de vehículos que se encuentran circulando por las diferentes autopistas, el Perú no se encuentra exento de este problema, es por esa razón, que las carreteras sufren los deterioros y daños por la sobrecarga y el deficiente diseño estructural, encima el estado climático que deterioran considerablemente las autopistas. De ahí la importancia de cumplir con los estándares mínimos de calidad en los proyectos viales, para lograr que los usuarios obtengan tanto seguridad, comodidad y calidad en los servicios prestados por las entidades públicas o privadas, encargadas de ejecutar o llevar a cabo estos proyectos viales de mucha importancia para los vecinos de distintas zonas del Distrito de Ate Vitarte.

Hoy en día, en varios países de América Latina existen problemas en su infraestructura vial por la falta de mantenimientos y otras causas. De esta manera es bastante preocupante la realidad en países desarrollados ya que también contienen fallas de gran magnitud, generalizados en las distintas ciudades. En estados unidos el problema de las carreteras son distintas entre uno y otro estado, existiendo en algunos estados hasta un 73 por ciento de vías con problemas, atribuidos al tráfico constante y a los diferentes cambios de temperatura existentes en las ciudades de Estados Unidos, Busbud (2015).

Debido a la humedad, materiales de baja calidad y diseños de mezcla inapropiada entre otros, se da lugar a la existencia de los baches, que causan inminentes problemas al tránsito, Ahlberg (2014).

Ellos mencionan que una manera trivial, económica y acertada de monitorear las superficies de las carreteras es conociendo su estado, de esta forma se podrá garantizar que el presupuesto de mantenimiento se utilice de manera adecuada y responsable, Qing & Rongguo (2012).

Gracias al estudio y evaluación, nuestro proyecto se centrará en conocer el estado del pavimento utilizando el PCI en dicha avenida, por lo tanto utilizando este método se examinara daños, severidades y magnitudes, con la finalidad de clasificar y calificar el estado para poder recomendar el modo de intervenir en este proyecto. Adicionalmente al uso del PCI en el mejoramiento de la Av. Metropolitana, realizaremos como un aporte de proyecto para llevar acabo el diseño del pavimento, la utilización del AASHTO – 93, en Av. Metropolitana, de Ate Vitarte.

Dentro de la realidad problemática consideramos que en el Perú a causa del exceso en la circulación vehicular las vías se encuentran en mal estado y en constante deterioro. Hoy en día el Distrito de Ate Vitarte también tiene el mismo problema de deterioro y conservación del pavimento en la Av. Metropolitana, este Distrito presenta un clima cálido y también con lluvias y estos son uno de las causas que originan el problema en las carreteras, por esta razón se plantea diversas hipótesis como y para conocer acerca del estado de esta vía, se realizara la evaluación y diagnostico utilizando el PCI, de esa manera conoceremos el grado de daño y nivel existente en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte, gracias a estos resultados del PCI. Podremos recomendar el tipo de intervención que se debe realizar o llevar acabo en esta zona o lugar del Distrito.

En Ate Vitarte el parque automotor de vehículos ha crecido de forma rápida, debido a la gran demanda por la necesidad que existe en las distintas localidades, por esa razón debemos de solicitar oportunamente la calidad en los servicios, para que las vías puedan estar en buenas condiciones y el transito sea fluido y seguro. Se debe tomar en cuenta que una red vial es importante para el progreso de un país por las grandes ventajas y beneficios que esta genera, ya que hace posible dar un mejor servicio y una mejor forma de transportar a los usuarios del Distrito de Ate Vitarte.

Cabe mencionar que se ha elegido realizar este proyecto en la Av. Metropolitana por ser una vía principal y de tránsito vehicular y peatonal muy fluido, por donde circulan todo tipo de vehículos mayores y vehículos menores y debido a las obras que se vienen ejecutando como es la línea dos del tren eléctrico en la carretera central de Ate Vitarte, esta Av. Metropolitana también es utilizada como un atajo y una salida para el tránsito vehicular de la zona, es por esta razón que se ha convertido en una alternativa de acceso para la circulación de los vehículos menores y mayores de esta zona. También se considera este tramo de la vía, para hacer tomado en cuenta por el mal estado de la misma y el exceso de tránsito vehicular a ciertas horas del día, por lo que es importante realizar la evaluación superficial en esta zona de manera urgente, ya que de esta manera podremos lograr aportes importantes para el desarrollo de nuestro Distrito y los usuarios que circulan diariamente por esta zona del Distrito de Ate Vitarte.

La justificación para este proyecto es la importancia de obtener resultados objetivos y reales del estado en que se encuentra operando la carretera de la Av. Metropolitana en Ate Vitarte, de tal forma que este proyecto se utilice y se tome como un modelo o guía para la elaboración y realización de otros proyectos con problemas similares o iguales y de esta manera se determine las diferentes tácticas de intervención, para todo tipo de redes viales de las distintas zonas del Distrito de Ate Vitarte.

De acuerdo a la justificación social, conscientes, que esta avenida Metropolitana es una de las más importantes del Distrito de Ate Vitarte y beneficia a gran parte de la población, en la actualidad en su mayoría presenta un deterioro que se determinará mediante el diagnóstico utilizando el método PCI, siendo posible posteriormente proponer un proyecto donde se lleve a cabo la conservación de la vía, que sea viable y oportuno económicamente a corto y mediano plazo, habiéndose considerado varios aspectos en los costos de los trabajos y la efectividad de los mismos, para dar una mejor solución en el aspecto social a los usuarios de la Avenida Metropolitana, de Ate Vitarte.

De acuerdo a la justificación económica, en estos tiempos el estado de conservación y el mantenimiento de nuestras vías se encuentra fuera del nivel requerido en cuanto a serviciabilidad, al efectuar la intervención en estas vías, también podríamos obtener un beneficio muy importante en el recorte de los costos de mantenimiento y de esa manera lograr un importante ahorro para los usuarios que circulan por la Av. Metropolitana de Ate Vitarte.

De acuerdo a la justificación técnica, se evaluará el pavimento en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte utilizando el PCI. Para garantizar los resultados del proyecto debido a su alta probabilidad de certeza aplicando esta metodología, el cual nos permitirá obtener y conocer los diferentes daños y deterioros en la estructura y su superficie, de esta manera podremos plantear de manera óptima algún tipo de intervención (tipos de mantenimiento) para obtener un mejor beneficio para los usuarios de vehículos que circulan por esta vía. También debemos considerar diversos aspectos como son la señalización y el desvío de tránsito vehicular, ya que esto también contribuiría y aportará en los resultados obtenidos, y de esta forma podremos ayudar a mejorar y optimizar el tránsito en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte.

De acuerdo a la problemática basada en la realidad, se propuso el problema general y el problema específico:

¿Cómo determinar el estado de conservación del pavimento flexible realizando la evaluación superficial del pavimento empleando el método PCI en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020?

- PE1: ¿Cómo se determina los parámetros de evaluación para realizar la evaluación superficial en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020?
- PE2: ¿Cómo se calcula el índice de condición de pavimento para la evaluación superficial en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020?
- PE3: ¿En qué condición de pavimento se encuentra un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020?

También se propuso el objetivo general y es el siguiente:

Determinar la evaluación superficial del pavimento empleando la metodología PCI para conocer el estado de conservación del pavimento en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.

De acuerdo a lo planteado para los objetivos específicos fueron los siguientes:

- OE1: Determinar los parámetros de evaluación según la metodología PCI para realizar la evaluación superficial en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.
- OE2: Aplicar la metodología PCI para calcular el índice de condición del pavimento en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.
- OE3: Determinar la condición del pavimento en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020, para definir si se encuentra operando a los niveles de servicio óptimo.

Nuestra hipótesis general, fue la siguiente:

Al determinar la evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI, se conoce el estado de conservación en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.

Con relación a las Hipótesis específicas, fueron los siguientes:

- HE1: Al identificar los parámetros de evaluación según la metodología PCI como datos, se realiza la evaluación superficial en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.
- HE2: Al aplicar la metodología PCI se calcula el índice de condición del pavimento en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.
- HE3: Al determinar la condición actual de las vías, se define si las vías se encuentran operando a los niveles de servicios óptimos en un tramo de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Realizamos una revisión de los antecedentes nacionales e internacionales y es aquí donde los mencionamos:

Según el MTC. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) del Perú, promueve desde hace muchos años atrás (treinta años) gran cantidad de inversiones en distintas obras viales, por lo tanto, nuestro país maneja gran cantidad de data y experiencia en temas de pavimentos empleando el PCI, y por lo tanto tenemos conocimientos de los índices de serviciabilidad de las vías, es por esa razón que se ha considerado seleccionar a esta entidad pública, por el parecido o similitud con este proyecto de investigación, teniendo en consideración que el MTC, realiza proyectos en las diferentes zonas y con grandes resultados en beneficio de la población, de esta manera se garantiza los trabajos realizados aplicando esta metodología PCI para otorgarle una mayor sostenibilidad a los proyectos viales, en beneficio de los usuarios a nivel nacional.

Según, Rondón y Reyes (2015), En 1978 ambos autores mencionan que para definir y conocer el índice del pavimento no se necesita tampoco se debe utilizar maquinarias de diferentes equipos ya que es de fácil utilización y de uso muy sencillo aplicar la metodología PCI, también se conoce y se menciona que este método es totalmente visual y muy sencillo de utilizar y después de su desarrollo nos entrega como resultado una alta confiabilidad ya sea de manera estadística o técnica, por lo tanto entrega importante información o data sobre los distintos tipos de problemas considerando el grado de severidad en las diferentes vías donde se aplican estas metodologías. Es por tal razón que ambos autores llegan a la conclusión que este método es confiable y muy fácil de usar.

Según, Díaz (2014), su objetivo consiste en desarrollar una matriz necesaria para mantener bien conservado y en buen estado el pavimento, empleando el método PCI. El método utilizado es no experimental. INVIAS tiene un método de rehabilitación muy similar a los del PCI. Se debe mencionar que la matriz desarrollada por el autor no tiene como objetivo cambiar los ensayos que tienen que llevarse a cabo en los distintos casos, debido a que su relevancia se encuentra dentro de las conclusiones obtenidas para este proyecto. De ahí que se considera al PCI. Y es tomada en cuenta por los resultados y la similitud encontrada con nuestro proyecto de investigación, para un mejor desarrollo.

Según, Díaz, J. (2014), Objetivo: Mejorar y precisar una matriz donde aparezcan diferentes actividades a efectuarse, considerando que el mantenimiento y la rehabilitación del país vecino de Colombia son parte de sus objetivos, denominado “Evaluación del método PCI. Como herramienta en una selección de opciones de la intervención a efectuar en las vías”, presentado en la Univ. Militar de Colombia, esta matriz se basa en los resultados entregados por los métodos de verificación PCI.; utiliza el método descriptivo. Gracias al aporte de Díaz llegamos a la conclusión que el método PCI. Es un método sencillo y fácil de aplicar en la evaluación superficial del pavimento, consiguiendo de esta manera mejores resultados en el desarrollo del proyecto y actividades similares o afines a este.

Según, Ávila y Albarracín (2014), para la obtención del Título de ingeniería Civil, llevada a cabo en la universidad de Cuenca, en Ecuador, presento el proyecto titulado “Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso, de la vía Chicti – Sevilla de Oro”. Para Ávila y Albarracín, definir la factibilidad técnica y la eficacia son los principales objetivos para analizar la estructura y la capacidad portante del pavimento. El método utilizado por el estudio efectuado por Ávila y Albarracín es de tipo descriptivo. Este estudio realiza un aporte concerniente a la ejecución de trabajos de mantenimientos en el pavimento, dando lugar al uso de técnicas empleadas para lograr los objetivos trazados en los proyectos viales.

Según, Cote y Villalva (2012), Objetivo: dar a conocer un método que ayude y aporte como una alternativa para la solución tanto económica como técnica a los distintos tipos de fallas y problemas que tiene un pavimento. Por lo tanto aplicaremos distintas conclusiones existentes para las alternativas.

Conclusiones a considerar:

- En la Av. El Malecón existen distintas fallas en el pavimento, como es la más importante la falta de revestimiento.
- Existen varios daños en los pavimentos que fluctúan en un 70 por ciento de lo analizado. Todo esto se dio por la cantidad de tránsito en exceso, por el escaso material en la edificación y por el incumplimiento de las normas técnicas.

- El sellado de grietas y juntas ayudaron a la reparación de daños de forma eficaz llegando a la conclusión que este proceso es el más viable e importante de manera técnica y económica, de esa manera se podrá solucionar los distintos problemas existentes en las vías.

Según, Beltrán, G. (2012), Para obtener el Grado de Doctor, presento su tesis denominado “Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva”. El objetivo general era edificar un software basado en redes artificiales, para lograr conocer distintos parámetros del pavimento y también conocer posibles intervenciones en distintos lugares con problemas. Utilizo el método descriptivo. Se llevó a cabo un modelo no convencional por lo tanto fue un aporte muy importante en la evaluación de los pavimentos.

Según, Sánchez y Machuca (2012), objetivo: llevar a cabo un diagnóstico de las vías y de esa manera conseguir data del estado físico, utilizando la visualización. Consiguió datos que se utilizó para determinar las diversas fallas existentes en las distintas áreas pavimentadas, de esa manera pudo lograr conseguir conocer sus causas y dar atención al problema para lograr realizar diversos tipos de alternativas de intervención. Para conseguir el título de Ing. Civil, presento su trabajo llamado “Análisis de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales de la municipalidad de Tamalameque”

Según, Armijos (2009), dentro de uno de los objetivos de Armijos, podemos ver que se evalúa el estado de serviciabilidad de las carreteras y de esa forma se puede llegar a conocer su estado de conservación y los tipos de daños existentes en las vías.

El método usado por Armijos es el descriptivo, y una de sus definiciones que resaltan bastante en sus postulados son:

- Para amainar los daños de las vías, se debe cuantificar el valor del PCI y realizar mantenimientos de las carreteras, esto permitirá el mejoramiento de las vías en beneficio del proyecto.

Para obtener su título, por la Univ. Técnica Particular de la ciudad de Loja, en el Ecuador, se encuentra usando el método PCI para diagnosticar de forma superficial las vías de las diferentes carreteras urbanas, particularmente apoyado en esta metodología del PCI. Realiza grandes aportes y conocimientos para la solución a este tipo de problemas en las diferentes vías de distintas partes del mundo.

Según, Robles (2015), nos da como conclusión que el PCI nos entrega como resultados poder conocer las fallas y severidades de las carreteras (vías) y de esa forma poder definir qué tipo de mantenimiento podremos elegir para nuestras carreteras de nuestro país. El objetivo de Robles es el de diagnosticar las patologías de los pavimentos flexibles usando Normas Internacionales ASTM y de esa manera poder conseguir los resultados de la situación de su estructura en el pavimento, en la Av. Pedro de Osma y la Av. De la castellana, es decir que solo emplea la descripción de las vías dando lugar a la evaluación para poder conocer el problema existente como es el grado de severidad, su extensión de la superficie de las carreteras y los variados tipos de fallas encontradas en las vías de esta región. La metodología empleada para esta investigación es no experimental de tipo descriptivo,

Según, Atarama (2015), objetivo: evaluar el suelo trabajado con aditivo Proe y la vialidad del transporte. Atarama Presento su Tesis llamado "Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes" de la Univ. De Piura. Se utiliza como precedente para la evaluación con este tipo de productos en los trabajos de estabilización de los suelos con bastante plasticidad y en situaciones de alta complejidad con lluvia y bastante humedad en las carreteras. El método llevado a cabo son: suelos trabajados con este aditivo, ayudan en su gran fortaleza de soporte en un alto porcentaje, dándole una mayor estabilidad a las carreteras, también mejoran sus distintas propiedades, porque gracias a estas se logran sorprendentes resultados en las distintas vías de la ciudad, motivo suficiente para recomendarlo y tomarlo como referencia para darle una salida a los problemas existentes en las vías de las distintas ciudades de nuestro país.

Según, Domínguez (2014), objetivo: conocer cómo afectan a las personas las diferentes fallas halladas en la estructura del pavimento de la calle Loreto en Piura. El diagnóstico se llevó a cabo visualmente de las distintas calles de Loreto, evaluando toda la data de forma manual logrando así tener grandes resultados en esta zona.

Se llega como conclusión sobre el estado del pavimento que obtuvo un valor de 61 su PCI, por lo tanto según la tabla de valores del PCI. Esta carretera se encontraba en regular estado, por lo tanto se propuso efectuar tareas de mantenimiento periódicos para algunas partes de las vías con problemas superficiales o en mal estado. La metodología llevada a cabo es descriptiva no experimental.

Según, Rabanal (2014), Autor de la Tesis denominada “Evaluación del estado del pavimento de la vía de evitamiento Norte, aplicando la metodología PCI en la ciudad de Cajamarca”, su objetivo primordial es evaluar el deterioro de la vía, su tipo de metodología es descriptiva y se utilizó en el análisis de la vía de circunvalación en Cajamarca, la determinación general y más importante es la falla piel de cocodrilo y otras con una gran repetitividad en las carreteras de la vía de evitamiento Norte de Cajamarca, logrando así obtener resultados positivos en la solución del problema.

Según, Rodríguez (2009), autor de la tesis “Cálculo del PCI del pavimento flexible de la Av. Montero del Distrito de Castilla, en Piura”, de la Univ. De Piura, el método llevado a cabo es de tipo descriptivo. Su objetivo es conocer el estado del pavimento en términos generales es decir el grado de severidad, tipo de falla el servicio que se entrega para los beneficiarios de las carreteras. Según los resultados obtenidos a las unidades de muestra se puede llegar a la conclusión que 37 por ciento de la unidad de muestra estudiada está en una situación regular, 33 por ciento tiene un pavimento en buen estado y 15 por ciento en estado malo y 9 por ciento en situación de muy malo, por lo tanto el aporte se encuentra en la clasificación del estado de las vías en porcentajes y la mayor parte de las vías están en regular estado. Teniendo estos resultados se podrá tomar las medidas del caso y aplicar las correcciones necesarias para darle solución al problema en las carreteras.

De las normativas vigentes de los pavimentos encontramos:

- Normativa E010 del (RNE), de pavimentos urbanos
- Método de evaluación estándar del PCI.
- Método ASSTHO.93
- Manual de suelos y pavimentos , (MTC) 2017

Para la definición de pavimentos tenemos, Provías (2008), es una estructura edificada o construida sobre la superficie terminada de la carretera (sub rasante), de esta forma dividir los esfuerzos causados por el tránsito vehicular para dar mejores condiciones de comodidad y seguridad en la transitabilidad peatonal y vehicular. El pavimento está constituido por capas como son la carpeta de rodadura, base y sub base.

Según, La norma AASHTO (1993), considera la definición del pavimento como un apoyo estructural apoyada en sus elementos del suelo subrasante. Esta capa soporta un conglomerado estructural, diseñada para soportar distintos tipos de pesos del transporte de vehículos tanto pesados como livianos, que tienen asignados un tiempo de vida.

Para AASHTO (1993), nos dice que existen 2 puntos de vista, la del usuario y de la ingeniería:

- La del usuario; viene hacer la superficie que brinda seguridad y comodidad en la circulación vehicular y cuando se transite sobre este, ósea que se tiene que proveer una prestación de bastante clase y mucha calidad en el servicio.
- La de Ingeniería; es un componente estructural apoyada en su superficie, encima del suelo de creación de nombre subrasante, la capa está lista para poder contener bloques de diferentes tipos de capas, se encuentra proyectado en el soporte de acarreo.

Para definir a pavimentos flexibles consideramos, Sabogal (1984), se define como una estructura agrupada por la capa de rodadura compuesta de asfalto, sujeta sobre una serie de capas de insumos pétreos apropiadamente compactados.

Para Rondón y Reyes (2015), la estructura vial debe ser diseñada para soportar el tránsito y aspectos ambientales, quien estará expuesta en su vida útil.

“Debemos considerar que el pavimento asfaltico es más cómodo, por lo tanto, reduce el presupuesto en los proyectos de inversión y su tiempo de vida útil es de 10 años, para realizar la serviciabilidad debemos de hacer un mantenimiento periódico constantemente en las vías”.

Figura 1: Pavimentos flexibles

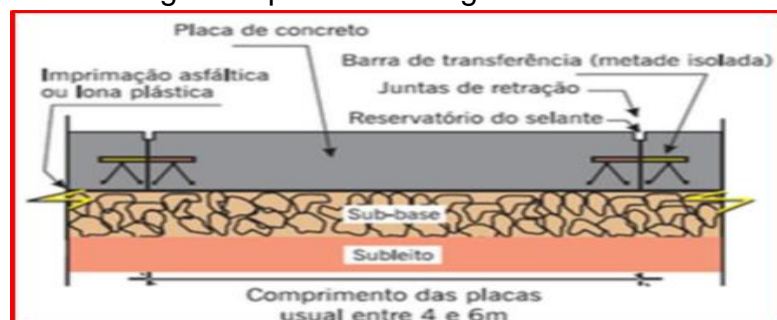


Origen: Sánchez 2012

Para definir a pavimentos rígidos tenemos, Montejó (2012), definida como una losa de cemento, sujeta por la carpeta de base constituida de cascajo, fijado encima de la sub base. Existe un estado en buenas condiciones del suelo pero la sub rasante es regular.

“El pavimento rígido es de más alto costo que el del pavimento asfaltico y su tiempo de vida útil puede estar oscilando entre los 15, 20 y 40 años, este tipo de pavimento también requiere de mantenimiento periódico y no rutinario”.

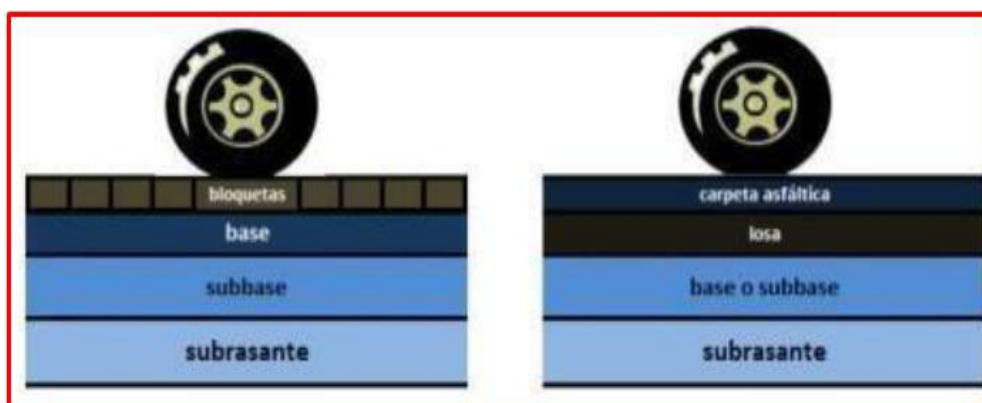
Figura 2: pavimentos rígidos



Origen: Sánchez 2012

Para la definición de pavimentos mixtos tenemos, Medina y de la Cruz (2015), mezcla de asfaltos asignados en prefabricado de cemento, cuyo propósito es lograr que los bloques constituyan un tiempo de compactación y equilibrar el tránsito vehicular de distintos pavimentos mixtos. En otros casos la superficie asfáltica se encuentra sobre el rígido, considerando que uno de los problemas más comunes son las fallas de fisura de flexión.

Figura 3: Pavimentos mixtos.



Origen: Rodríguez 2009

Para definir capas de pavimentos tenemos a los siguientes:

Para la subrasante, Medina y De La Cruz (2015). Capa apoyada en el lugar de fundación, donde todas las demás capas se asientan sobre esta capa.

Para la sub base, Céspedes (2002). Capa de tierra seleccionada, ubicada en el terreno natural, bajo la capa de base.

Para la base, Huamán Guerrero (2013). Recubrimiento que se encuentra constituida por una mezcla de hormigón fría o caliente con un terreno trabajado.

Para superficie de rodadura, Huamán Guerrero (2013). Recubrimiento colocado sobre un soporte elaborada y constituido por una placa de hormigón.

Para rasante, Céspedes (2009). Fracción visible o nivel terminado de la vía, por el lugar donde circulación los vehículos.

Para mezclas bituminosas, Céspedes (2009). Son mezclas inactivas de arcilla, grava y otros materiales bituminosos llamando asfalto.

El Tiempo de duración del pavimento según Gamboa (2009). Los pavimentos tienen su ciclo de vida, normalmente no consideran su mantenimiento y rehabilitación, por lo que consiste en presentar la calidad de los pavimentos, dando a conocer varios periodos.

Existen Etapas en los pavimentos y estos son: Construcción, mantenimiento y rehabilitación.

Para el diseño y construcción, comprende varias etapas para la realización:

En la primera etapa comprende la investigación de campo en el diseño de la construcción, aquí se recopila la información necesaria y completa, esta información contiene los estudios de tráfico, los estudios de suelos, la calidad de materiales y otros. Este método de diseño radica en seleccionar una adecuada mezcla de espesores de capas para que los esfuerzos y deformaciones se encuentren contemplados en los parámetros considerables y el tiempo de duración de la estructura.

Para el mantenimiento comprende todos aquellos trabajos, periódicos o rutinarios, direccionados a hacer que la estructura conserve el estado estructural necesario para dar seguridad a los usuarios que circulan por las vías.

Existen 2 tipos de mantenimiento, rutinario y periódico.

Según el mantenimiento rutinario, permiten conservar el estado superficial y funcional de la infraestructura vial mediante los trabajos menores llevados a cabo constantemente.

Según el mantenimiento periódico, permite alargar el tiempo de vida del pavimento mediante trabajos mayores llevados a cabo provisionalmente. Se realizan cuando el pavimento aún está en buen estado.

De la rehabilitación, son los trabajos llevados a cabo con la finalidad de refaccionar la estructura de las vías para de esta manera recupere su estado con las que al comienzo de edificio.

De la rehabilitación superficial, permiten solucionar casos donde están sujetos a las partes superiores de las vías, es por esa razón que su rehabilitación es más sencilla de realizar y por ende toma menos tiempo en su ejecución.

De la rehabilitación estructural, está orientada a una reconstrucción total de la vía, demanda un cambio significativo es decir una reingeniería de la vía, para lograr su mejoramiento y rehabilitación en la parte estructural, es por esa razón que su rehabilitación es más compleja de realizar y por ende toma más tiempo en su ejecución.

La variable independiente, que es el método PCI, tiene como finalidad hacer uso de las inspecciones visuales a la superficie de las vías, clasificando el tipo de falla y la condición de este, para luego colocar toda esta data en nuestra ficha de registro, considerando para ello la utilización de las normas ASTM D6433-16, de esta manera podremos evaluar su clasificación desde excelente hasta fallado. (Hajek, Phang, Prakash & Spot, 1988, p. 76).

El método PCI se creó entre 1974 y 1976 por el ejército EUA., teniendo un objetivo claro, el crear un proyecto que administre las tareas imprescindibles para evaluar los pavimentos flexibles y rígidos, adoptados por los ingenieros de EE.UU. como un método estandarizado para las vías y estacionamientos (ASTM D6433-16, p.4).

De la dimension1, que concierne a los parámetros de evaluación (tipos de fallas) consideramos a, Vásquez (2006), La evaluación realizada en las tareas de campo es claramente anotada y detallados en la hoja de registros, considerando que esta data contiene información acerca de las fallas en la pavimentación y detalles de las mismas.

“La evaluación de un pavimento tiene que ver con la calificación y cuantificación de las fallas en los pavimentos, teniendo como objetivo principal sacar información para tratar de corregir y solucionar el problema”.

La severidad, son los problemas existentes en la pavimentación y muestran el tipo de daño y su deterioro, es por esa razón que si la severidad es la más grave, es importante efectuar actividades para corregirlo. Por lo tanto se mencionan los 3 niveles de severidad que mostraran el grado en las fallas (ASTM D6433-16, 2016, p. 10).

De la severidad Bajo (L), en los vehículos existen significativos movimientos (vibraciones), por lo tanto no es obligatorio disminuir la aceleración. Así mismo se siente un ligero movimiento que no merece la mayor atención.

De la severidad Medio (M), en los vehículos existen significativos movimientos (vibraciones), por lo tanto es obligatorio disminuir la aceleración. Así mismo se siente un ligero movimiento que merece nuestra atención para mejorar seguridad.

De la severidad Alto (H), en los vehículos existen excesivos movimientos (vibraciones), por lo tanto es obligatorio disminuir la aceleración. Así mismo se siente fuerte movimiento que merece nuestra atención para mejorar la seguridad.

De la extensión, está relacionada al área o al tamaño de las hendiduras en el diagnóstico de los pavimentos. Esta área tiene relación con la cuantía o cantidad de fallas halladas de igual tipo en el mismo lugar (ASTM D6433-16, 2016, p. 10).

Tabla 1: Severidades

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

Fuente: Autoría propia

De los tipos de fallas, los procedimientos para realizar la evaluación de pavimentos asfálticos se lleva a cabo por medio de un conteo de fallas y patologías en las mismas es decir en la parte estructural (Leguía y Pacheco 2016 p.50)

Son diversos daños que presentan los pavimentos y que reducen el servicio y funcionamiento del mismo, son 19 los tipos errores reconocidos por el PCI.

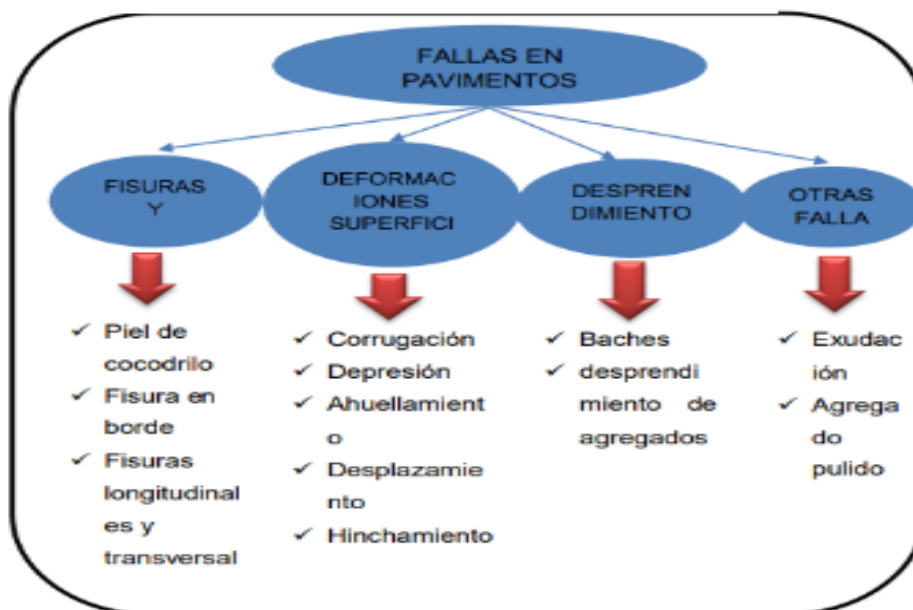
Tabla N° 2: Tipos de Fallas

N°	TIPO DE FALLA	COD	UND.
1	PIEL DE COCODRILO	PC	M2
2	EXUDACIÓN	EX	M2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	BLO	M2
4	ABULTAMIENTOS Y UNDIMIENTOS	ABH	M2
5	CORRUGACIÓN	COR	M2
6	DEPRESIÓN	DEP	M2
7	GRIETA DE BORDE	GB	M
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	GR	M
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	DN	M
10	GRIETAS LONG. Y TRANVERSALES	GLT	M
11	PARCHEO	PA	M2
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	PU	M2
13	HUECOS	HUE	UND
14	CRUCE DE LA VIA FERREA	CFV	M2
15	AHUPELLAMIENTO	AHU	M2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	M2
17	GRIETA PARABOLICA	GP	M2
18	HINCHAMIENTO	HN	M2
19	DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS	DAG	M2

Fuente: Elaboración propia

Existe el catálogo de fallas en los pavimentos y según Vásquez (2002), menciona que el PCI estima 19 fallas del pavimento, estructuradas en cuatro categorías.

Figura 4: Fallas en los pavimentos flexibles



Fuente: Método PCI

En la piel de cocodrilo, las grietas se encuentran interconectadas, causadas por el cansancio de la carpeta del asfalto, por la cantidad de veces que transitan una y otra vez las cargas de los vehículos por un mismo lugar. Este problema comienza adentro de la carpeta del asfalto ya que las deformidades son más grandes.

(ASTM D6433-16, 2016, p. 11).

Figura 05: Estado de grietas en bloque



Fuente: Elaboración propia

En la exudación, habitualmente se da por una mala distribución del asfalto, cuando hace mucho calor el pavimento se esparce por toda el área. Conocida también como material bituminado, la cual muestra un área reluciente y brillante (ASTM D6433-16, 2016, p. 12).

Figura 06: Exudación



Fuente: Elaboración propia

Para el agrietamiento en bloque, Las fisuras están fraccionadas en el asfalto como bloques interconectados, estas piezas tienen diferentes tamaños, estas fallas se dan por excesivo tránsito. (ASTM D6433-16, 2016, p. 12).

Figura 07: Estado del Agrietamiento en bloque



Fuente: Elaboración propia

En las grietas de borde, las fisuras encontradas en los lados del pavimento, vienen siendo efectuadas por lo frágil de la subrasante, originadas también por la sobrecarga de vehículos en el pavimento. (ASTM D6433-16, 2016, p. 15).

Figura 08: Grieta de Borde



Fuente: Elaboración propia

Para las grietas de reflexión de junta, estas fallas se originan en pavimentos hechos sobre una losa de cemento, Generadas por la humedad. (ASTM D6433- 16, 2016, p.16).

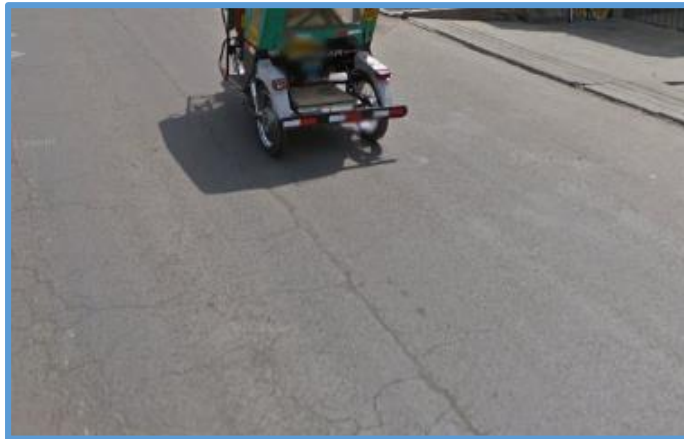
Figura 09: Grieta de Reflexión de junta



Fuente: Elaboración propia

Las grietas longitudinales y transversales, usualmente aparecen gracias a las juntas de carriles de baja calidad y se encuentran situadas en la superficie de las vías, normalmente este tipo de falla no está relacionada al sometimiento de cargas de vehículos en las vías (ASTM D6433-16, 2016, p. 17).

Figura 10: Grietas Longitudinales



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Grietas Transversales.



Fuente: Elaboración propia

En las grietas parabólicas, este tipo de fallas son grietas de aspecto de media luna, situadas en la vía. Este tipo de falla es ocasionado, a partir de la frenada intempestiva de los vehículos y también al girar deforman y deslizan los agregados de la vía con poco soporte de carga vehicular. (ASTM D6433-16, 2016, p. 22).

Figura 12: Grietas Parabólicas



Fuente: Elaboración propia

Para los abultamientos y hundimientos, este tipo de falla es a causa del movimiento del pavimento en ambos lados de la superficie, provocando una alteración en la capa del asfalto. (Leguía y Pacheco, 2016, p. 65).

Son áreas con mínimos deslizamientos hacia la parte superior de los pavimentos con poco soporte en la estructura y la superficie, este problema es también ocasionado por la infiltración, y los hundimientos son mínimos deslizamientos hacia la parte inferior de la superficie. (ASTM D6433-16, 2016, p. 13).

Figura 13: Abultamientos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Hundimientos.



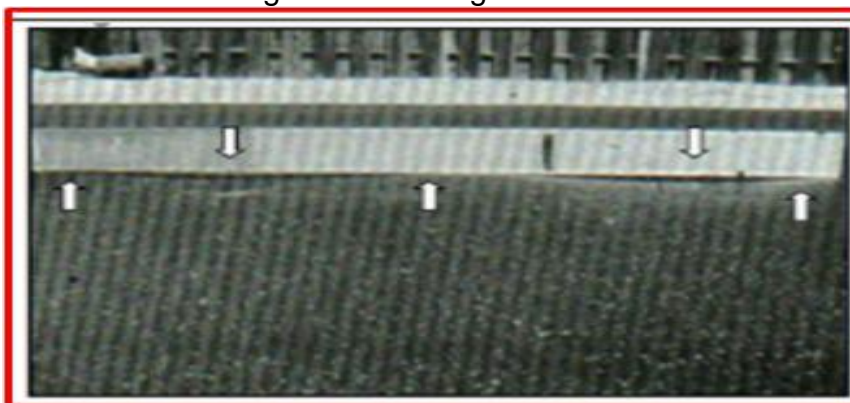
Fuente: Elaboración propia

La corrugación, es un asfalto abultado que se extiende encima del terreno demarcado de la estructura y origina una superficie brillante, pegajosa, pudiendo causar varios problemas.

Normalmente este tipo de falla aparece en verano después que el asfalto es llenado en los agujeros para luego aumentar o expandirse en la superficie del pavimento. (Rodríguez, 2009, p. 20)

Son depresiones y bultos que se encuentran alejados a una distancia de por lo menos 3 metros. Se encuentran perpendicularmente donde está el tránsito y el problema es originado por la inestabilidad de la base. (ASTM D6433-16, 2016, p. 14).

Figura 15: Corrugación



Fuente: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

Para este tipo de falla de depresión, “Este problema es originado por las lluvias depositadas en la estructura del asfalto y en la sub rasante”

Existen partes o áreas de la superficie con niveles mínimos que el asfalto a su alrededor. (ASTM D6433-16, 2016, p. 14).

Figura 16: Depresión.



Fuente: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

En el ahuellamiento, este tipo de problema aparece por una mala compactación en los aditivos que contiene el pavimento, por este motivo no tienen soporte las capas, este tipo de fallas muestra una forma longitudinal lo que ocasiona una anomalía de la sub rasante. (Arriola 2017, p 25)

Este tipo de falla aparece cuando existen sobrecargas en el tránsito vehicular, las cuales dañan y deforman capas del pavimento efectuados por los movimientos laterales en los materiales, también llama falla estructural (ASTM D6433-16, 2016, p. 21).

Figura 17: Ahuellamientos.



Fuente: Elaboración propia

El desplazamiento, es una alteración de la estructura y se da por movimiento de materiales, donde se muestra longitudinalmente encima un área localizada, conformada por algunas coordenadas laterales. Estas fallas usualmente son efectuadas por la sobrecargas de tránsito vehicular, generalmente causados en pavimentos flexibles. (Arriola 2017, p 26).

Este tipo de falla se presenta como un desplazamiento constante longitudinal de una sección, que se encuentra en la superficie del asfalto. (ASTM D6433-16, 2016, p. 22).

Figura 18: Desplazamientos.



Fuente: Rodríguez Velásquez

Los hinchamientos, son erupciones del pavimento que se da en la estructura, maneja propiedades de onda extensa de aproximadamente tres metros quien genera una distorsión de la vía. (Arriola 2017, p 26)

Este tipo de falla exhibe un pandeo a la parte de encima de la superficie de la vía, causado por la solidificación de la subrasante. ASTM D6433-16, 2016, p. 23).

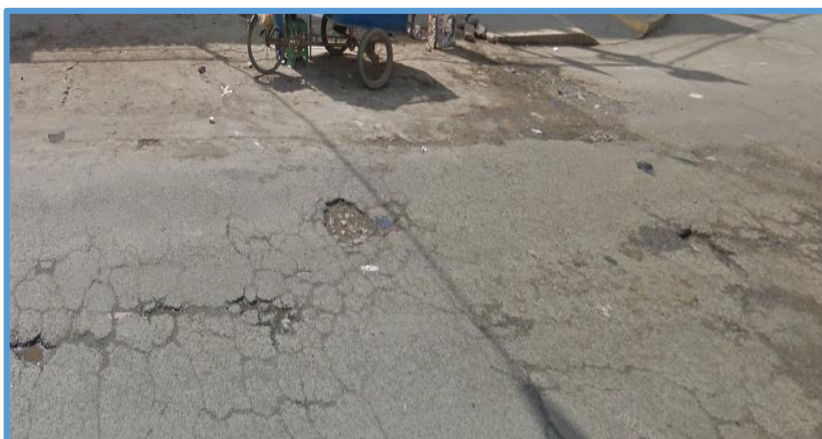
Figura 19: Hinchamientos.



Fuente: Rodríguez Velásquez

Con respecto a los huecos, tienen pequeñas depresiones el cual se encuentran conteniendo humedad en la parte interna, este tipo de falla se encuentra directamente unida a la parte estructural del pavimento. (ASTM D6433-16, 2016, p. 20).

Figura 20: Huecos.



Fuente: Elaboración propia

En el desprendimiento de agregados, se da cuando existe disminución o pérdida de la parte superior del pavimento (superficie) y También de las partículas sueltas de agregado.

Figura 21: Desprendimientos de agregados



Fuente: Elaboración propia

En el pulimiento de agregados, esta falla es ocasionada debido a la sobrecarga en la vía, por los vehículos que circulan por la misma, el acoplamiento con las llantas disminuye de forma exorbitante.

Figura 22: Pulimiento de Agregados.



Fuente: Elaboración propia

El desnivel de carril – berma, es el desnivel que existe de la berma y la parte final del pavimento, ocasionados por un mal diseño del pavimento o por diversos factores. (ASTM D6433-16, 2016, p. 17).

Figura 23: Desnivel Carril Berma



Fuente: Catalogo de fallas Método PCI

El parcheo se encuentran en varias partes del pavimento y suele ser reemplazada por otro material en el lugar dañado con la finalidad de mejorarla o repararla, comúnmente aparecen cuando se realizan los trabajos de gas, agua y desagüe en las vías.

Es un lugar del pavimento ocupado por otro de similares generados ocasionalmente por trabajos efectuados y otros. Esta falla también es declarada como un desperfecto sin considerar lo excelente del material o trabajo realizado por lo que la parte que fue llenada o tapada no podrá tener el mismo soporte que inicialmente tuvo. (ASTM D6433-16, 2016, p. 18).

Figura 24: Parcheo



Fuente: Elaboración propia

Para el cruce de la vía férrea, esta falla tiene relación con el paso de una vía férrea, aparecen abultamientos y depresiones al costado o entre las rieles de la vía, ocasionando problemas de tránsito vehicular. (ASTM D6433-16, 2016, p. 20).

Figura 25: Cruce de vía férrea



Fuente: Elaboración propia

De la dimensión 2 del cálculo del PCI; luego del trabajo realizado en campo, la información obtenida se usa para realizar el cálculo del PCI. Este resultado se encuentra respaldado en los valores de los diferentes daños organizados por cantidad y severidad.

Los resultados se pueden obtener de manera computarizada o manual creando una data en un sistema o programa. Para este estudio estamos utilizando la metodología de cálculo del PCI, que está apoyada y respaldada por la U.S. Army Corps of Engineers.

Existen diferentes etapas en el cálculo del PCI, y estas son:

La primera, es la etapa de cálculo de los V.D.

- Sumamos nivel de severidad y tipo, luego se anota
- Dividimos el total de cada clase de daño entre el área total de la U.M.
- Determinamos los V.D. En cada tipo de daño utilizando las tablas y curvas llamadas V.D. de cada tipo de daño.

La segunda, es la etapa del número máximo admisible de V.D. (m).

- Si uno de los V.D. es mayor que 2, se utiliza el (VDT) en lugar del (C.D.V), obtenido en la Etapa cuatro, caso contrario se seguirán los pasos que continúen.

Luego listamos los V.D. individuales de mayor a menor (orden descendente).

Se define el Número Max. De V.D (m), haciendo uso de la ecuación:

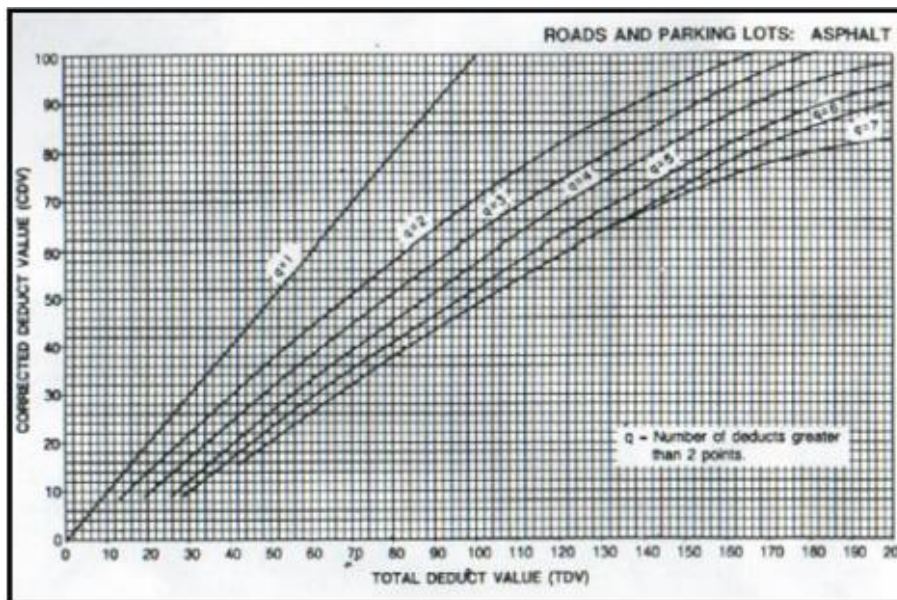
$$M_i = \frac{1.00 + 9(100.00 - HDV_i)}{98}$$

La tercera, es la etapa del cálculo del Max. V.D.C.

Definimos los V.D. (q) $>$ 2, después determinamos el V.D. total y sumamos el total de los Valores independientes, después se calcula el valor deducido corregido con el (q) y el V.D. total en la curva de modificación referente al tipo de pavimento. El menor de los V.D.I. se reduce a 2.0 cuando es mayor que 2.0 y repetimos las primeras etapas hasta llegar a ser igual a 1.

El máx. CDV. Es el mayor valor de los CDV. Derivados de este proceso.

Figura 26: Curvas de corrección (CDV)



Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

La cuarta etapa, se define nuestro PCI restando el máx. CDV. De 100, resultado de la etapa tres.

$$\text{PCI} = 100 - \text{max.CDV}$$

Siendo el índice de condición de pavimento (PCI) y el máximo valor deducido corregido (Max. CDV).

Existen materiales e instrumentos de evaluación:

La hoja de registro, donde se registrara toda la información obtenida durante la evaluación.

Figura 27: Hoja de registro del Metodo PCI

MÉTODO DE PCI						ESQUEMA		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS								
HOJA DE REGISTROS								
Nombre de la vía					Sección	Unidad de prueba		
Responsable					Fecha	Área		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión			11. Parches y Parches cort. Utilit.	16. Fisura paraból. o x deslizam.			
2. Exudación	7. Fisura de borde			12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches	18. Peladura por intemperismo			
4. Hundimientos	9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversal			15. Desplazamiento				
Falla	Cantidad				Total	Densidad	Valor deducido	

Fuente: ASTM D6433-03

El odómetro manual, que mide la distancia del área, la regla que mide la deformación transversal y longitudinal, el cono de seguridad vial, que aísla el perímetro de evaluación y el plano de distribución donde se grafica la zona en evaluación.

La dimensión 3, que es la condición del pavimento; El pavimento flexible podrá ser evaluado mediante los valores numéricos asignados por el PCI para conocer el estado o condición del pavimento, es decir mediante una calificación que varía de 0 a 100, pudiendo ser evaluado y clasificado el pavimento flexible, siendo cero la peor condición y cien la mejor condición. (ASTM D6433-16, 2016, p. 6).

Figura 28: Calificación del estado del pavimento

INDICE	CONDICION
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-03

La condición de la serviciabilidad pueden verse visto afectados, sino existen trabajos de mantenimientos y conservación de los pavimentos ya que las carreteras se deterioran al cumplir su ciclo de vida útil, de ahí la importancia de cumplir con las normas técnicas para poder mantener las carreteras en buen estado y lograr sus objetivos.

Figura 29: Clasificación del estado del pavimento

CLASIFICACION DEL PCI	INTERVENCION EN EL PAVIMENTO
100-85	Mantenimiento Preventivo
85-65	Mantenimiento Preventivo-Rutinario-Periódico
60-40	Mantenimiento Correctivo
40-25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación - Reconstrucción

Fuente: ASTM D6433-03

Se deberá realizar trabajos de mantenimientos rutinarios o un trabajo más importantes y costosos como es la rehabilitación o reconstrucción de las vías, de acuerdo al daño o tipo de falla en los pavimentos que serán necesarios para su buen funcionamiento, es por esa razón que se debe de plantear propuestas de intervención de acuerdo a los resultados obtenidos.

La regla general del PCI, es que cuanto mayor sea el PCI, mejor debe ser la condición del pavimento. La metodología PCI nos permite conocer los puntos de quiebre o débiles para efectuar el mantenimiento preventivo y de esa forma corregir el deterioro del pavimento en las carreteras, antes de llegar al extremo de una costosa rehabilitación. (Hein & Watt, 2005, p. 12).

La variable 2, de la evaluación superficial del pavimento flexible, tiene como objetivo conocer el estado y las fallas que dañan el pavimento. Existen varios métodos, y son sencillos de aplicar, uno de los instrumentos de suma importancia en la utilización de estos métodos.

Esta evaluación se lleva acabo usualmente en dos etapas: la evaluación inicial y la evaluación detallada. (Gutiérrez, 1994)

De la dimensión 1, evaluación inicial, es la previa evaluación visual para conocer las fallas, posteriormente se ubica los tramos, considerando la uniformidad o deterioro de las vías. Después se lleva a cabo una segunda evaluación donde se llega a observar a pie el pavimento, anotando y tomando las medidas de seguridad.

De la dimensión 2, evaluación detallada, para la evaluación detallada utilizaremos nuestros formatos o registros de evaluación y medición de esa manera se recoge la información, por lo que se tiene datos del pavimento y donde se llega a generar partes o lugares de trabajo que son analizados para las etapas (ASTM D6433-16).

De la dimensión 3, diseño de pavimento mediante el método ashto-93, García (2015), nos dice que para el diseño de pavimentos se utiliza el AASHTO 93, este a su vez utiliza un prototipo de ecuación en el cual nos arroja como resultado el número estructural (SN) utilizado para determinar los espesores del pavimento.

Ecuación del método AASHTO 93 dando a conocer el significado de cada una de las variables o parámetros involucrados para su buen diseño:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{og} \frac{(\Delta PSI)}{4.2-1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log}M_R - 8.07$$

Pasamos a la descripción de las variables:

Numero estructural (SN)

Desviación estándar normal (ZR)

Ejes equivalentes (W)

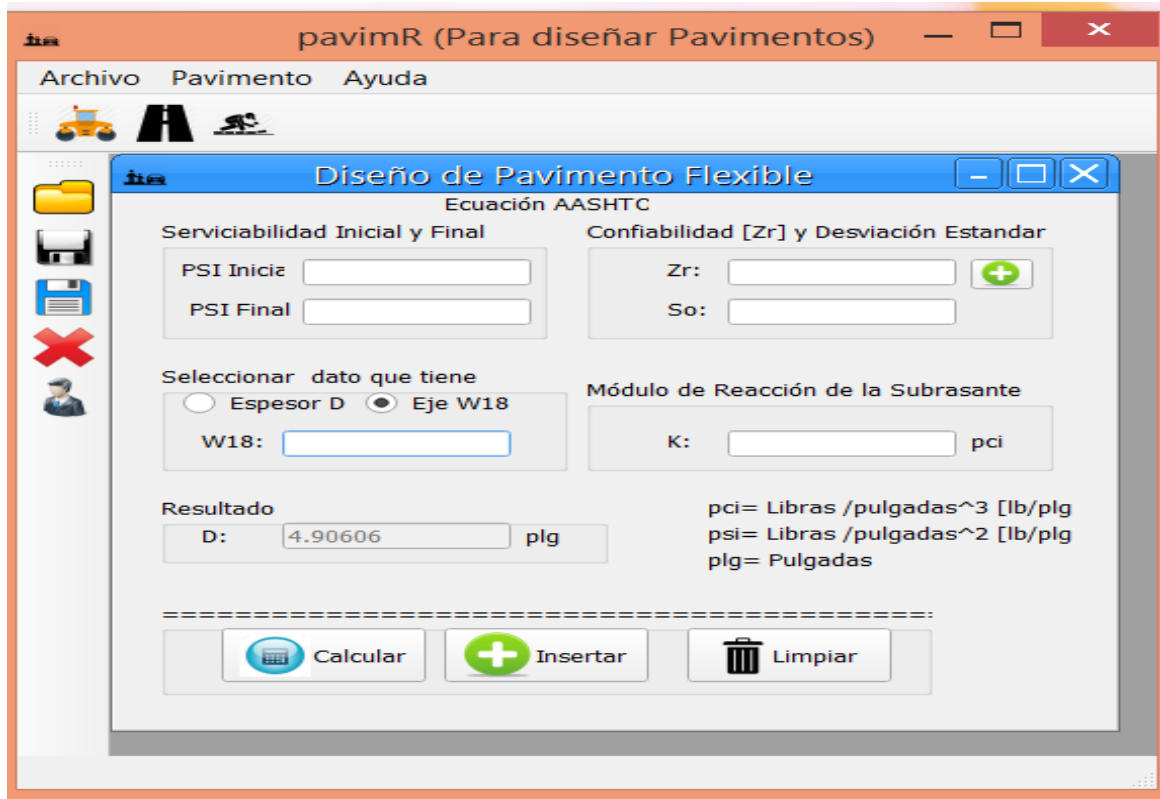
Error estándar del tráfico y del comportamiento estructural (So).

Módulo resiliente (MR)

Diferencia entre índice de servicio inicial y final (Δ PSI)

Utilizaremos el programa pavimR (v1.0) en el diseño de nuestro pavimento.

Figura 30: Software pavimR



Fuente: Elaboración Propia

Se conoce como tráfico vial al exceso de vehículos en una vía, se debe realizar un estudio del mismo para conocer la cantidad de vehículos que transitan diariamente por una vía. Este estudio es de suma importancia para las obras viales por lo que todo ingeniero debe saber con mucha precisión, con el fin de realizar un buen diseño del pavimento. (Manual de carreteras, 2013, p. 62).

Mediante el estudio de tráfico, podremos saber la demanda volumétrica y también la selección por tipo de vehículo existente en las vías. Este estudio también entregara datos o información del (IMDA) de los diferentes tramos de las vías en estudio, 2013, p. 63).

A diferencia de los vehículos pesados, tienen una similitud con la falla o daño del pavimento por lo que existe una necesidad de carga por eje y se da una presión por el peso existente en los vehículos. (Manual de carreteras, 2013, p. 63).

Mediante el estudio de suelos, podremos conocer científicamente las propiedades físico-mecánicas del terreno, que tiene como objetivo dar como resultado el perfil estratigráfico y de esa manera poder consolidar el soporte para conocer el desenvolvimiento durante la transmisión de cargas del tránsito en un determinado proyecto. (Ver anexo 7).

Según, Rodríguez Ortiz (1984). Este estudio también llamado estudio geotécnico contiene distintas actividades que nos dan acceso a la data de un determinado área de terreno, esta data es de suma importancia para poder realizar el diseño, planificación y ejecución de un proyecto, este estudio se efectúa antes de ejecutar el proyecto teniendo como objetivo dar como resultado las propiedades y naturaleza del área del terreno, importantes para decidir por el tipo de cimentación que vamos a utilizar para nuestro proyecto.

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tiene como objetivo dar solución a los problemas y conocer la condición de las vías utilizando normas internacionales e información que se relacionan con la ingeniería, con el objetivo de evaluar los daños y fallas, por lo tanto para este proyecto el tipo de investigación es aplicada.

Es de tipo descriptiva porque tiene por propósito describir los sucesos tal cual es visualizado, para este proyecto específico mediante la evaluación visual del pavimento flexible, y que gracias a ello podremos obtener una mejor opción de trabajo en las vías.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), es descriptiva ya que describe mediante el análisis de las fallas del pavimento, permitiendo recoger información mediante los diferentes ensayos y pruebas. (p.92).

Es cualitativo y cuantitativo es decir de enfoque mixto. Es cuantitativa porque los datos que arrojen el PCI tienen 7 escalas, tomadas desde (0) hasta 100 y cualitativa, ya que realizando el cálculo del PCI tendremos resultados descriptivos.

Diseño de la investigación

Es de tipo no experimental, ya que no se manipuló la variable independiente (PCI). Es de diseño prospectivo, porque los datos fueron obtenidos en campo recientemente, También es de tipo transversal porque las mediciones realizadas en campo se hicieron una sola vez.

3.2 Variables y Operacionalización

Fernández y Baptista (2014). Las variables son características variables, ya que pueden ser medidas u observadas (p.105).

Las variables son las siguientes:

Variable Dependiente: La evaluación superficial del pavimento flexible

Se realiza en la parte superficial de un pavimento, con el objetivo de dar a conocer los factores que causan diferentes daños y la condición en que se encuentran.

Variable Independiente: Método (PCI): Método desarrollado para obtener la condición del pavimento por medio de un análisis visual y de ese modo clasificarla, esta clasificación puede variar de excelente ha fallado.

Operacionalización de variables

Se hace con la finalidad de medir nuestras variables, de manera que se determine los distintos elementos que participan en estos y de esa manera encontrar los indicadores y dimensiones que corresponden a cada una, ver en (Anexo 2).

3.3 Población, muestra y muestreo

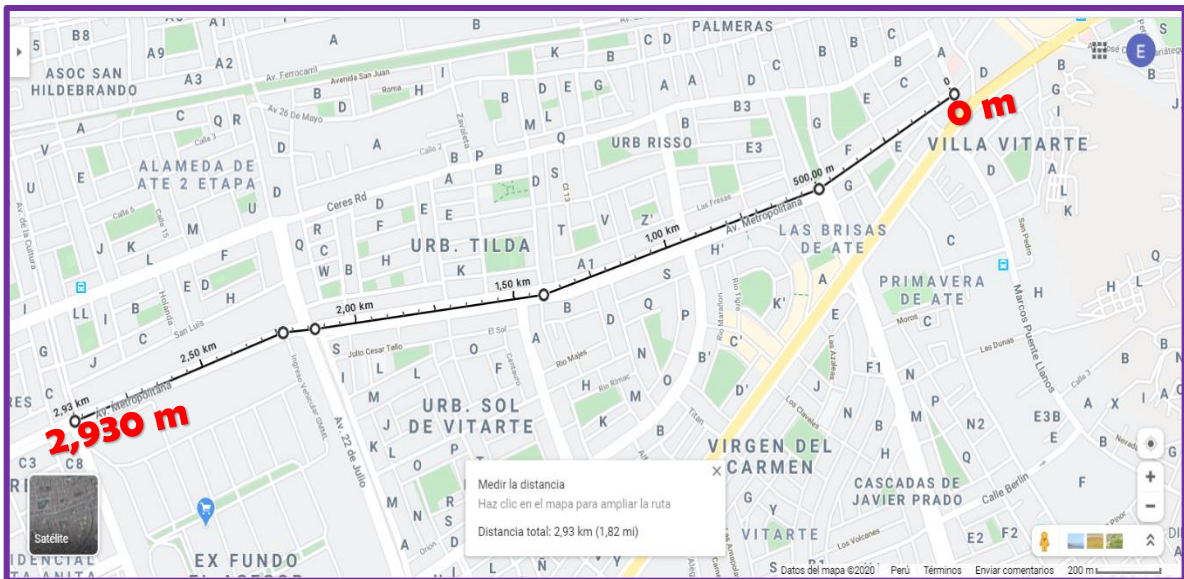
Población:

Según, Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), se considera a la población como la totalidad de usuarios, personas que interactúan internamente en un contexto o determinada realidad. Por consiguiente, es el integro de la fenomenología que se observa, teniendo cualidades y propiedades similares (p.65)

- La población para este proyecto vendría a ser todas las avenidas del distrito de Ate Vitarte.

- Longitud total: 2,930 ml (Av. Metropolitana)
- Tramo a evaluar 1000 ml
- Número de carriles 2
- Ancho de la vía 7m

Figura 31: Av. Metropolitana, lugar de estudio



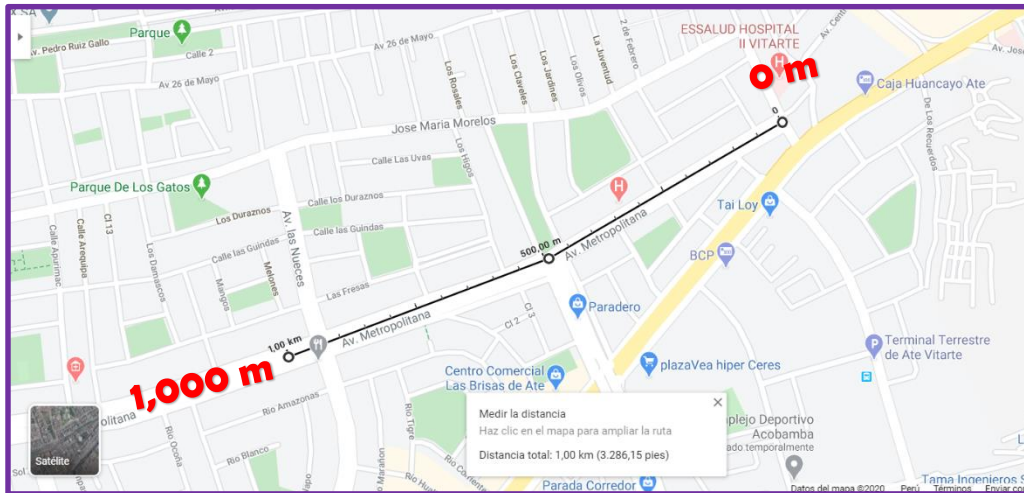
Fuente: Elaboración propia

Muestra:

Para Sampieri (2014), viene hacer un subconjunto de la población definidas debido a propiedades especiales y siendo el elemento más importante para la población (p.175).

- En este proyecto se estimó como una pequeña muestra de evaluación a una Avenida de 1000 ml estando ubicado en la Av. Metropolitana, del Distrito de Ate Vitarte.

Figura 32: Zona de estudio Av. Metropolitana



Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Tomamos una muestra no probable y se utilizara partes de la población a evaluar como una pequeña muestra independiente de la probabilidad, de lo contrario con causas que se relacionan a la investigación.

El muestreo es aleatorio y lo emplearemos a esta investigación, también se tomará algunos datos bastante representativos de la zona.

Unidades de Muestreo para evaluación

Esta muestra de evaluación se encuentra solo minimizada a la calle por tal motivo se encuentran definidos para lograr ser analizados las vías.

La norma ASTM D 6433-16

Utilizamos la ecuación para hallar la muestra de estudio

$$N = \frac{L}{Lum}$$

Datos:

N= Número total de U.M. en la sección del pavimento

L= Longitud

Lum = Longitud de la unidad de muestreo (m)

Remplazando ecuación 1

$$N = \frac{1000}{50} = 20$$

En el análisis de la superficie obtenemos distintas UM; por consiguiente, es importante realizar un proceso de muestreo.

Para el diagnóstico de una vía se deben de supervisar todas las UM; si no se logra esto podremos trabajar con el mínimo de UM. Que son analizadas para conseguir a través de la ecuación quien nos muestra un aproximado del PCI ± 5 del promedio veraz con una asertividad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

En dónde:

- Número mínimo de U.M a evaluar = (n)
- Número total de U.M en la sección del pavimento = (N)
- Error en el estimativo del PCI de la sección (e=5%) = (e)
- Desviación Estandar del PCI entre las unidades = (σ)

Al inicio de la evaluación se supone una DS. (Desviación estándar) (σ) del PCI de 10 para vías con pavimento asfáltico, rango PCI de 25, y de 15 para vías de pavimento de concreto, rango PCI de 35, en evaluaciones subsecuentes se usará la D.S. real, o el rango PCI.

Nota: si el mínimo de unidades a diagnosticar es menor a cinco entonces todas las unidades deben de diagnosticarse.

De la ecuación:

$$n = \frac{20 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (20-1) + 10^2} = 9.14 \rightarrow 9$$

La unidad de muestra como mínimo es de 9 para realizar la evaluación.

Intervalo (i) se expresa mediante la Ecuación:

$$i = \frac{N}{n}$$

Dónde:

Número mínimo de U.M a evaluar = n

Número total de U.M a disposición = N

Intervalo de muestreo = i

Reemplazando la ecuación para encontrar el intervalo de muestreo

$$i = \frac{20}{9} = 2.22 \rightarrow 2$$

El intervalo en el diagnóstico se efectuará al redondeo donde $i=2$

Se escoge entre la U.M. 1 y el intervalo de muestreo i . Así, si $i = 2$, la unidad inicial de muestreo a verificar está entre 1 y 2. Parando el proceso cuando se obtenga N ($N= 20$) es decir el número total de U.M. a verificar.

3.4 Técnicas en la recolección de datos

Según, Torres (1998), considera que mediante la observación se puede registrar considerable información sin tener que realizar algún tipo de intervención.

Utilizando esta técnica se pudo identificar todos los daños en las vías y conocer su estado actual.

También se utilizó las operaciones matemáticas y se hizo el diseño gracias al método AASHTO_93, y de ese modo lograr el mejoramiento del pavimento.

Primer Instrumento de recolección de datos:

- ❖ Para la obtención de datos se utiliza una ficha de registro que proporciona el método PCI, ahí se anotan de acuerdo al tipo de falla, nos da como resultado, el índice y condición operacional del pavimento, ya que es importante para mejorar el estado del pavimento.

El instrumento está validado y respaldado por la ASTM (American Society for Testing and Materials) y garantizada por la norma ASTM D6433-16, siendo este método completo y de esa forma poder efectuar el análisis y obtener la calificación.

La confiabilidad del instrumento para la evaluación de un proyecto aproximado de $PCI \pm 5$ de promedio, por lo que nos brinda una confianza del 95 por ciento.

Materiales para obtener información PCI

- ✓ El Odómetro manual
- ✓ la regla
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Manual de fallas PCI
- ✓ Plano
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ El cono de seguridad

2do Instrumento de obtención de datos:

- ❖ También se emplea el manual de carreteras del MTC. como instrumento para realizar el conteo vehicular. Lugar de registro de la cantidad de los diferentes vehículos que circulan por la vía, donde los resultados se encuentran al final de los formatos.

La validez de este instrumento está garantizada por el (MTC).

3.5 Procedimientos

Los procedimientos del proyecto es el siguiente:

El diagnóstico de un pavimento tiene 2 etapas una de cálculo y otra de trabajo de campo, utilizando el método PCI.

Trabajo de Campo

Primero: Se verifica individualmente cada U.M. seleccionada, después anotamos o registramos la sección y el tramo así como también el tipo y cantidad de U.M. con la finalidad de obtener un buen registro de la muestra.

Al realizar la verificación, se debe cuantificar cada nivel de severidad y registrar los datos obtenidos de las fallas. Repetiremos este procedimiento en cada U.M. con el objetivo de verificar al detalle y cada tramo.

Después de definidas las U.M-i, posteriormente del trabajo de seccionar la vía, donde se considera como uno de los datos a tomar el ancho, luego se revisara cada U.M. para medir la severidad y el total de fallas concordantes con la tabla o patrón de diagnóstico, guardándose en el formato de registro. De esa manera obtendremos muestras con un alto porcentaje certeza en la recolección de información.

Trabajo de Gabinete

Después los datos, se utilizan con la finalidad de calcular nuestro PCI, teniendo en consideración que este cálculo está fundamentado en los V.D. de cada daño. Para ello utilizaremos formulas necesarias para poder calcular nuestro PCI, y de esta manera lograr nuestro objetivo.

Etapas del cálculo del PCI:

- 1: Cálculo de los V.D.
- 2: determinar el número máximo admisible de V.D. (m)
- 3: Calcular el máximo valor deducido corregido (C.D.V.)
- 4: determinación del PCI, restando el máximo C.D.V. de 100 obtenido en la etapa Tres (3).

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO UTILIZANDO EL MÉTODO AASHTO-93, (Como aporte de proyecto para el mejoramiento del pavimento)

- a) Primero realizaremos el estudio de tráfico, que debe tener el conteo de vehículos, el tránsito acumulado en número de ejes y el tránsito promedio anual de esa manera lograremos conseguir el **ESAL** de diseño (ejes equivalentes) y después procesar los resultados del conteo con la información de la carretera a diseñar mediante las fórmulas del AASHTO 93.

El estudio del conteo vehicular se realizó por 24 horas al día utilizando una cámara de video por 7 días llegándose a utilizar la ficha donde se recolecta la información o datos.

- b) Se tiene que realizar un estudio de suelos con sus calicatas para conseguir el CBR de la subrasante. Para este proyecto se utilizó un estudio de mecánica de suelo existente cercano a la Av. Metropolitana, de nombre **Construcción de pistas y veredas en la Asoc. de propietarios los Guindales de Ate-Lima.**

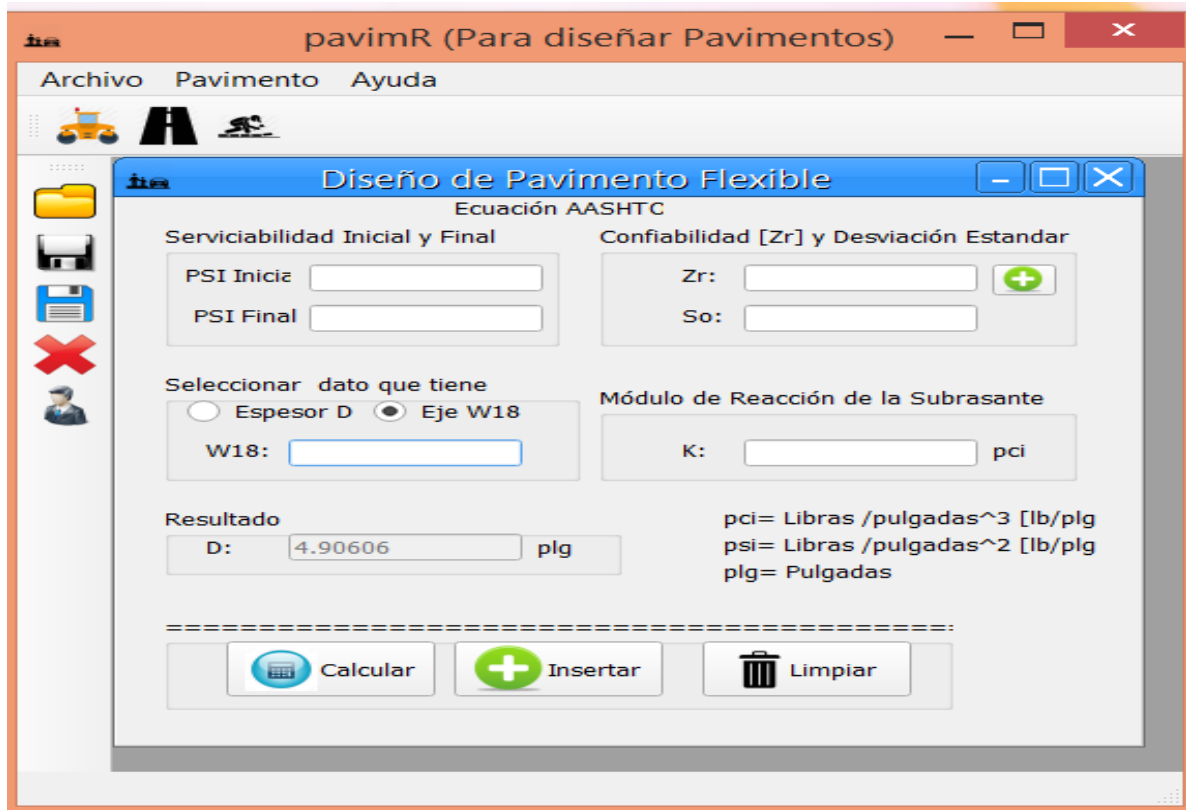
Luego de haber obtenido dicha información, utilizaremos las fórmulas y tablas del AASHTO 93 para conseguir los siguientes datos:

- ✓ Tipo de tráfico
- ✓ Nivel de Confiabilidad
- ✓ Número de etapas
- ✓ Desviación estándar combinado (S_o)
- ✓ Índice de servicialidad inicial (P_i)
- ✓ Índice de servicialidad final (P_t)
- ✓ Diferencia de servicialidad (ΔPSI)
- ✓ Coeficiente de desviación estándar normal (Z_R)
- ✓ Módulo de Resiliencia de la sub rasante (MR)

Para la culminación del diseño, tendremos que utilizar nuestro software pavimR con el cual obtendremos mediante el cálculo, el Número Estructural Requerido (SNR) el cual nos permitirá conocer el espesor de nuestro pavimento y el tiempo de serviciabilidad de nuestro pavimento.

Software pavimR

Figura 33: Software pavimR (SNR)



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Según, Fernández y Baptista (2014), nos dicen que tras recoger la información es importante trabajarlos por un cálculo matemático, quien permitirá dar los resultados en función a la pregunta planteada.

Se utilizaron distintas herramientas y equipos para recoger información en este proyecto de investigación:

- Cámara de grabación
- Cono para la seguridad
- Cinta métrica de 50 m
- Odómetro manual para medir distancias
- Regla para medir anomalías longitudinales

3.7. Aspectos éticos

Estos aspectos están considerados en todo el proyecto de investigación, como es en la inspección visual, recojo de información de campo, como en el trabajo de gabinete, teniendo en cuenta que los datos obtenidos en este proyecto de investigación son confiables y verídicos.

IV. RESULTADOS


APLICACIÓN DEL PCI

Realizaremos el cálculo del PCI para la UM-01 seleccionada, de esta manera conoceremos el proceso detalle a detalle, de cómo es el diagnóstico y como conocer su PCI, de esa manera sabremos su estado de la UM-01.

Tomaremos para nuestro ejemplo la UM-01 de la Av. Metropolitana. Se definió las características geométricas, y seguidamente se comenzó con la anotación de la información del método PCI.

Gracias a nuestra Tabla N°6 se muestra la evaluación de la UM-01, la forma de registrar los datos, la manera de aplicar el PCI, por lo tanto obtendremos de la UM-01 el índice y condición del pavimento, para proponer propuestas de intervención en esta avenida.

Tabla 3: Aplicación PCI UM-01 Av. Metropolitana

		EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
		METODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX)									
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN LAS VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:		"EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA METODOLOGIA PCI EN UN TRAMO DE LA AV. METROPOLITANA, ATE VITARTE 2020 "									
NOMBRE DE LA VIA:		AV. METROPOLITANA									
UNIDAD DE MUESTRA:		UM - 01		EVALUADOR:		SIMON SANCHEZ EZEQUIEL MATEO					
PROGRESIVA INICIAL(Km):		0+000.00		FECHA:		25/09/2020					
PROGRESIVA FINAL(Km):		0+050.00									
ANCHO DE VIA (m):		7									
AREA DE LA UNIDAD (m2):		350									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	COD	UNIDAD				
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2	13	HUECOS	HUE	Und				
2	EXUDACION	EX	m2	14	CRUCE DE LA VIA FERREA	CFV	m2				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	BLO	m2	15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2	16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2				
5	CORRUGACION	COR	m2	17	GRIETA PARABOLICA	GP	m2				
6	DEPRESION	DEP	m2	18	HINCHAMIENTO	HN	m2				
7	GRIETA DE BORDE	GB	m	19	DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS	DAG	m2				
8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	GR	m								
9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	DN	m	SEVERIDADES							
10	GRIETAS LONG. Y TRNASVERSALES	GLT	m	LOW	BAJA	L					
11	PARCHEO	PA	m2	MEDIUM	MEDIA	M					
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	PU	m2	HIGH	ALTA	H					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
PC	M	9.72	1.11					10.83	3.09	35.50	
BLO	M	1.63						1.63	0.47	0	
BLO	H	2.46	2.91					5.37	1.53	14.55	
ABH	M	0.14						0.14	0.04	1.88	
GLT	M	14.00	14.5	4.45	4.25			37.20	8.14	12.62	
PA	L	3.55						3.55	1.01	2.88	
PA	M	2.38	4.9					7.28	2.08	13.13	
HUE	M	2.00						2.00	0.57	20.10	
DAG	M	91.50						91.50	26.14	26.75	
									TOTAL VD =	127.41	
Número de valores deducidos > 2 (q) :									7		
Valor deducido más alto (HVDi):									35.5		
Número Máximo de Valores deducidos(mi) :									7.00		
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	35.5	26.75	20.10	14.55	13.13	12.62	2.88	1.88	127.41	7.00	59.20
2	35.5	26.75	20.10	14.55	13.13	12.62	2.00	1.88	126.53	6.00	61.45
3	35.5	26.75	20.10	14.55	13.13	2.00	2.00	1.88	115.91	5.00	59.61
4	35.5	26.75	20.10	14.55	2.00	2.00	2.00	1.88	104.78	4.00	57.89
5	35.5	26.75	20.10	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	92.23	3.00	54.13
6	35.5	26.75	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	74.13	2.00	51.18
7	35.5	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.88	49.38	1.00	47.46
8											
9											
10										Máx VDC =	61.45
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):								PCI= 100-(Max VDC O Total VD)			
								PCI= 38.55			
CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:								(MALO)			

Diferentes tipos de fallas según los parámetros, hallados en la UM-01 de la Av. Metropolitana son los siguientes:

I. Encontramos 7 fallas:

- ✓ Piel de cocodrilo
- ✓ Hundimientos
- ✓ Agrietamiento en bloque
- ✓ Grietas transversales y longitudinales
- ✓ Huecos
- ✓ Desprendimiento de agregados
- ✓ Parcheo

II. 7 tipos de fallas según su severidad:

- Parcheo 3.55m² - Baja (L)
- Agrietamiento en bloque 1.63m² – Media (M)
- Hundimientos 0.14m² – Media (M)
- Parcheo 7.28m² m² – Media (M)
- Piel de Cocodrilo 10.83m² - Media (M)
- Grietas transversales y longitudinales y 37.20m - Media (M)
- Huecos 2 Unidad.
- Desprendimiento de agregados 91.5m² – Media (M)
- Agrietamiento en bloque 5.37m² - Alta (H)

III. Sobre la extensión se determinó trabajar con 7m de ancho y con 50m de longitud de la UM-01, por lo tanto siendo un igual de 350m². Luego debemos obtener la densidad como siguiente paso debemos de dividir la totalidad de las fallas en cada nivel de severidad entre el área total de la UM. expresada en porcentaje.

El procedimiento que se hizo para llevar acabo el diagnostico son mencionados en el acápite II de acuerdo a lo establecido en la parte teórica del método PCI, luego para realizar nuestro cálculo del PCI se realizaron las cuatro etapas del proceso. En esta UM-01 se aplicó de esta manera:

- a) Se debe determinar el VD. (valor deducido), mediante las tablas de VD. (valores deducidos) de fallas que se encuentra ubicado en anexo 09.

- b) Luego, se debe identificar valores > 2.0 , el método PCI nos dice que si existiera uno o ningún valor $> a 2.0$ este no sería oportuno efectuar ninguna modificación o corrección al VD, mientras que el cálculo PCI podría ser evaluando el total de V.D. caso contrario se procederá a modificar los V.D. y conseguir de esa manera el M.V.C.

- c) Viendo el caso UM-01, se sabe que existe 7 valores $> a "2.0"$ y solo un valor es menor, por lo tanto procedemos a modificar los V.D. $> a 2.0$. Se debe considerar a corregir como máximo 10 valores.

- d) aquellos V.D. de forma individual se colocan de forma descendente en cada una de las filas, luego se sumaran para obtener el V.D.T.

- e) el siguiente paso es que la siguiente fila se disminuye a 2.0 el menor de los V.D. individuales, de encontrarse uno o más valores < 2 , se debe de seguir colocando o manteniendo su mismo valor, luego repetimos el mismo procedimiento, hasta que el "q" = "1" así se ve u observa en el ejemplo de la UM-01.

f) Luego de obtener los VD, totales y reconociendo “q” hasta “1”. Se continúa hasta hallar el VDC, por cada VDT, los valores se consiguen de la curva de VDC, las cuales están en el anexo 9.

g) Luego el siguiente procedimiento es hallar el M.V.D.C. de la UM-01 por los resultados obtenidos sabemos que es de 61.45.

h) Para realizar el cálculo del PCI tendremos que efectuarlo utilizando una formula 100 menos Máx. VDC. en esta UM., conocemos que el PCI = 38.55.

i) aplicando la escala de calificación del PCI, le corresponde un estado de pavimento **Malo**. Y según la clasificación de la condición el tipo de intervención en sería realizar una Rehabilitación con Refuerzo estructural. Ver tabla 7 y 8.

Figura 33: Calificación del estado del pavimento

INDICE	CONDICION
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-03

PCI= 38.55 Condición “Malo”

Figura 34: Clasificación del estado del pavimento

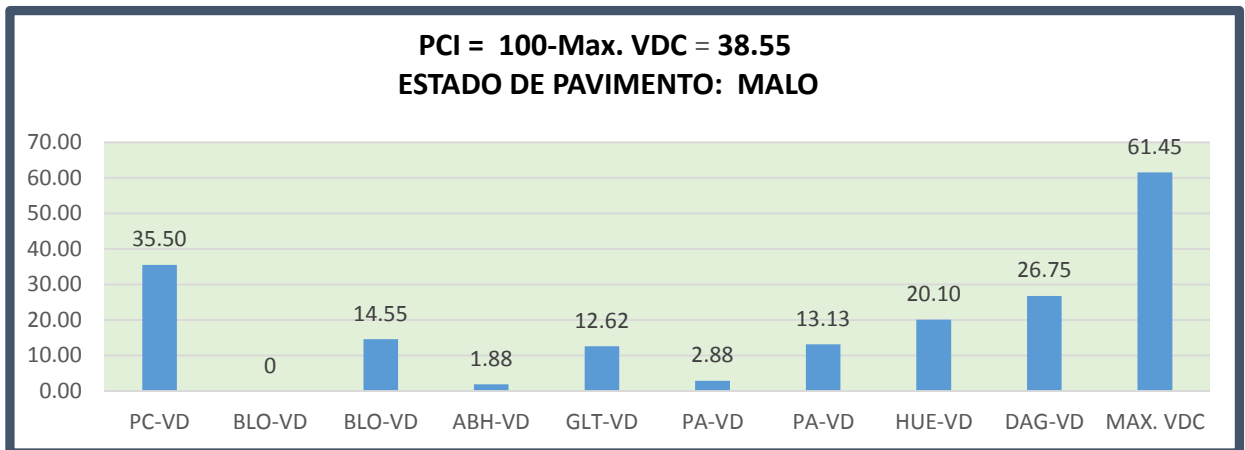
CLASIFICACION DEL PCI	INTERVENCION EN EL PAVIMENTO
100-85	Mantenimiento Preventivo
85-65	Mantenimiento Preventivo-Rutinario-Periódico
60-40	Mantenimiento Correctivo
40-25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación - Reconstrucción

Fuente: ASTM D6433-03

**Intervención = Rehabilitación con
PCI= 38.55 Refuerzo estructural**

Este método se desarrolló y se llevó a cabo, con todas las medidas de seguridad y con el soporte de profesionales con amplia experiencia en evaluación de pavimentos, considerando siempre las normas técnicas y ejecutando los procedimientos necesarios para lograr un mejor resultado, logrando de esta manera plantear un tipo de intervención importante y necesario para dar solución al problema, de este proyecto de investigación.

Figura 35: estado de “UM1”.



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del pavimento de la Av. Metropolitana

a) Descripción preliminar:

El lugar de trabajo (estudio) es una sección o tramo de la Av. Metropolitana del distrito de Ate Vitarte, este tramo comprende aproximadamente 2930 ml. de pavimento flexible en total, de los cuales se evaluará solo un tramo de 1,000 ml. De pavimento flexible en la Av. Metropolitana en Ate Vitarte.

El lugar de inicio es la Av. Santa María siendo su progresiva inicial PR 0+000. Y la parte final es la intersección con la Av. Los Ángeles y su progresiva es el PR 1+000.00.

El lugar se encuentra situado en una zona de alto tránsito debido a que se viene ejecutando la obra de la línea dos del tren eléctrico de la carretera central, motivo por el cual los vehículos se ven obligados a circular por la Av. Metropolitana, dándole una salida al tráfico que genera esta obra.

Figura 36: lugar de evaluación Av. Metropolitana



Fuente: Elaboración propia

El trabajo de campo llevado a cabo dividió la vía por cada 50.00 m. Tomando en cuenta el total del ancho de la vía. Que es de 7.00 m. en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte.

b) Unidades de muestra:

Para obtener la totalidad de las muestras, dividimos el espacio total de la vía con la longitud de la muestra.

La vía en estudio tiene 1,000 m.

UM. Av. Metropolitana $(1000/50)= 20 \text{ UM}$

Los resultados son: índice de condición, parámetros de evaluación y estado del pavimento. Mostrados en distintos ítems.

Tabla 5: Resumen de metrados fallas – Av. Metropolitana (PR 0+000 – PR1 +000.00)

Item	Tipo de Falla	Unidad	Nivel de Severidad	METRADO
1	PIEL DE COCODRILO	m2	L	49.31
			M	100.35
			H	18.20
2	EXUDACIÓN	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2	L	21.00
			M	502.14
			H	146.99
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2	L	1.36
			M	1.68
			H	0.00
5	CORRUGACIÓN	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
6	DEPRESIÓN	m	L	0.00
			M	1.29
			H	0.94
7	GRIETA DE BORDE	m	L	0.00
			M	2.95
			H	4.97
8	GRIETA DE REFLEXION	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
9	DESNIVEL CARRIL BERMA	m	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	L	0.00
			M	380.67
			H	28.50
11	PARCHEO	m2	L	77.92
			M	93.50
			H	3.11
12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
13	HUECOS	und	L	6.00
			M	16.00
			H	4.00
14	CRUCE DE VIA FERREA	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00

15	AHUELLAMIENTO	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
16	DESPLAZAMIENTO	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
17	GRIETA PARABOLICA	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
18	HINCHAMIENTO	m2	L	0.00
			M	0.00
			H	0.00
19	DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS	m2	L	754.50
			M	2157.59
			H	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de metrados, 19 fallas con sus respectivas severidades; podemos apreciar que se presentan 9 fallas.

Índice de condición

Después de obtener los resultados de los parámetros de evaluación de las 20 UM. De la Av. Metropolitana en Ate Vitarte, aplicamos el (PCI), para encontrar su índice de condición. He realizado tablas para mostrar los resultados finales del PCI, de esa manera tendremos una mejor visualización y conocimiento del mismo.

Tabla 6: Índice de condición (PCI) – Av. Metropolitana (PR 0+000 – PR 1+000)

AV. METROPOLITANA					
UM	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	VDT o Máx VDC	PCI	CONDICION
1UM-01	0+000.00	0+050.00	61.45	38.55	MALO
UM-02	0+050.00	0+100.00	87.78	12.22	MUY MALO
UM-03	0+100.00	0+150.00	65.85	34.15	MALO
UM-04	0+150.00	0+200.00	55.05	44.95	REGULAR
UM-05	0+200.00	0+250.00	60.3	39.7	MALO
UM-06	0+250.00	0+300.00	65.95	34.05	MALO
UM-07	0+300.00	0+350.00	51.35	48.65	REGULAR
UM-08	0+350.00	0+400.00	87.81	12.19	MUY MALO
UM-09	0+400.00	0+450.00	62.50	37.50	MALO
UM-10	0+450.00	0+500.00	77.06	22.94	MUY MALO
UM-11	0+500.00	0+550.00	45.12	54.88	REGULAR
UM-12	0+550.00	0+600.00	67.31	32.69	MALO
UM-13	0+600.00	0+650.00	50.51	49.49	REGULAR
UM-14	0+650.00	0+700.00	51.05	48.95	REGULAR
UM-15	0+700.00	0+750.00	76.74	23.26	MUY MALO
UM-16	0+750.00	0+800.00	52.10	47.90	REGULAR
UM-17	0+800.00	0+850.00	46.90	53.10	REGULAR
UM-18	0+850.00	0+900.00	70.00	30.00	MALO
UM-19	0+900.00	0+950.00	46.90	53.10	REGULAR
UM-20	0+950.00	0+1000.00	46.30	53.70	REGULAR

Fuente: Elaboración Propia

Condición del pavimento

Después de conseguir el PCI de las 20 UM. De la Av. Metropolitana, se puede saber la condición de la vía.

Un índice de estado (PCI) promedio cada 250m. De la vía.

<p>PCI PROMEDIO = 38.40</p> <p>ESTADO MALO</p>

Tabla 7: condición del pavimento por tramos (250m) en Av. Metropolitana de Ate Vitarte.

AV. METROPOLITANA			
INICIO	FINAL	PCI	CONDICION
0+000.00	0+250.00	33.91	MALO
0+250.00	0+500.00	31.07	MALO
0+500.00	0+750.00	41.05	REGULAR
0+750.00	1+000.00	47.56	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N°12, podemos ver las características del estado del asfaltado donde se presenta 250.00 ml del tramo de la Av. Metropolitana.

Tramo 1: (0+000 – 0+250)

PCI promedio de 33.91, estado del pavimento en MALA CONDICION.

Tramo 2: (0+250 – 0+500)

PCI promedio de 31.07, estado de la vía en MALA CONDICION.

Tramo 3: (0+500 – 0+750) (0+750 – 1+000)

PCI promedio de 41.05 y 47.56, estado del pavimento en REGULAR CONDICIÓN.

Total promedio del PCI es de: 38.60, estado de pavimento en **MALA CONDICIÓN**.

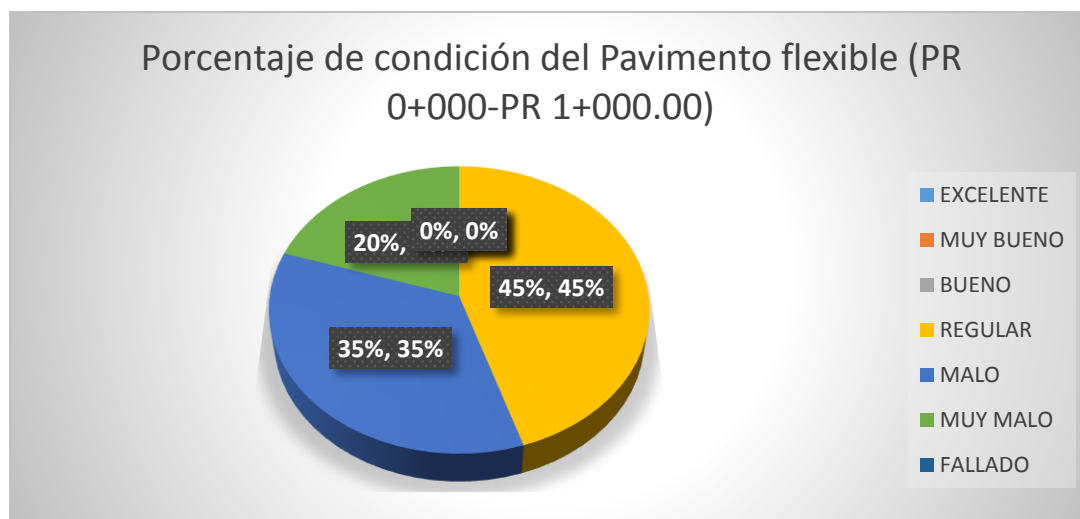
Podemos ver que en la tabla N° 14, que se dan a conocer los % obtenidos por tipo de estado de pavimento encontrado en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte.

Tabla 8: Estado del pavimento en la Av. Metropolitana, en porcentaje

AV. METROPOLITANA			
CONDICION	UNIDADES DE MUESTREO	LONGITUD(m)	PORCENTAJE (%)
EXCELENTE	0	0	0%
MUY BUENO	0	0	0%
BUENO	0	0	0%
REGULAR	9	450.00	45%
MALO	7	350.00	35%
MUY MALO	4	200.00	20%
FALLADO	0	0	0%
TOTAL:	20	1,000	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura N°37: Estado del pavimento en Av. Metropolitana, en porcentaje



Fuente: Elaboración Propia

En la imagen N°31 podemos observar un resumen de esta clasificación:

Regular estado: 45%

Malo estado: 35%

Muy mal estado: 20%

Por lo tanto existe una similitud con el estado del pavimento, siendo esta de condición **Malo**.

De acuerdo a los resultados hallados en un tramo de la Av. Metropolitana se debería proceder a hacer los estudios para la rehabilitación con refuerzo estructural, consiguiendo así, solucionar el problema de la vía.

ESTUDIO DE SUELOS

Resumen del informe Técnico del estudio de suelos

Este estudio de suelos que estamos utilizando pertenece a una zona cercana al proyecto, el cual tendremos que utilizar para los cálculos del diseño de pavimento.

La exploración de campo llevado a cabo se dio mediante la ejecución de dos calicatas de profundidades comprendidas entre 1.50m concerniente a la superficie actual del terreno, llamadas C-1 a C-2. Ver anexo N° 8

Tabla 9: Ubicación de Calicatas de estudio

UBICACIÓN DE CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS UTM	
		ESTE(m)	NORTE(m)
C-1 CALLE SAN LUCAS	1.50	291287	8668534
C-2 CALLE SAN CRISTOBAL	1.50	291308	8668455

Fuente: Elaboración Propia

CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS

Se han realizado 2 perforaciones de estudio de 1.50m de profundidad cada una, en estas calicatas se han registrado, la presencia del material de relleno no estructural de capacidad baja, a lo que concierne una mezcla de suelo granular con restos de raíces, residuos de plásticos, sedimentos de ladrillos y bloques de concreto, en tal sentido es necesario remplazar este material ya que en caso contrario, la estructura del pavimento proyectado sufrirá asentamientos de daños a temprana edad. Se recomienda remplazar el relleno existente hasta una profundidad de 0.80m respecto al nivel actual del terreno natural.

En tal sentido el CBR que represente al soporte del suelo de relleno estructural colocado, tendrá que tener un valor mínimo 30% con referencia de 95 por ciento de mayor densidad seca, también encontramos penetración de carga de 0,1"; este valor de CBR; utilizaremos para nuestro diseño del nuevo pavimento. Ver anexo 7.

Estudio de tráfico

Para llevar a cabo el estudio de tráfico se tuvo que instalar una cámara de video en la entrada de la Av. Metropolitana y de esa manera se comenzó a grabar a los vehículos que circulaban por dicha Avenida por 7 días, con el firme objetivo de registrar y contabilizar el total de vehículos que circulaban por dicha zona.

El registro realizado en dicha Avenida pudo ser grabado desde el 17 Octubre hasta el 23 de Octubre por 7 días de manera ininterrumpida, teniendo que realizar las coordinaciones para tal propósito con la dueña de una vivienda cercano a la zona de estudio, logrando así dicho estudio de tráfico. Después de realizar el estudio se tuvo que agrupar y clasificar los vehículos teniendo en cuenta y considerando los ejes de cada vehículo y así obtener los totales de los vehículos por eje.

En consecuencia daremos a conocer el resumen del conteo vehicular en dicha zona de estudio de la Av. Metropolitana en Ate Vitarte.

Tomaremos como ejemplo la tabla número 15, para poder explicar claramente el objetivo de dicho estudio de tráfico y cuáles son sus resultados, ahí podemos ver claramente el conteo de vehículos del domingo 18 de Octubre del 2020.

Se puede observar claramente en esta tabla, el total de vehículos que transitaron por cada hora, y es así que también podemos observar que en resumen existen 8096 vehículos que circularon desde las cero horas hasta las once y cincuenta y nueve.

Es preciso mencionar que los vehículos que circularon por la zona de la Av. Metropolitana fueron contabilizados uno a uno y con la debida prudencia dentro las horas y los días establecidos para llevar acabo el estudio de tráfico.

Tabla 10: Día domingo 18 de octubre del 2020



UCV ESTUDIO DE TRAFICO - CLASIFICACION VEHICULAR



TRAMO DE LA CARRETERA	1		
SENTIDO	N ←	→ S	
UBICACIÓN	Av. Metropolitana		DIA Y FECHA: 18/10/2020

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETA	MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TOTAL
					2E	2E	3E	2S1/2S2	3S1/3S2	
DIAGRA. VEH.										
00-01	53	58	52	13	14					190
01-02	40	38	33	10	11					132
02-03	30	25	25	6	6					92
03-04	19	21	12	7	4					63
04-05	23	32	18	13	3					89
05-06	42	38	54	26	4					164
06-07	133	96	127	61	28					445
07-08	141	100	136	87	28	4				496
08-09	157	125	154	95	45	8			2	586
09-10	139	108	136	86	28	10				507
10-11	131	116	151	54	24	12	3			491
11-12	118	104	136	48	22	11				439
12-13	105	94	122	42	20	10				393
13-14	148	97	146	54	14	9				468
14-15	133	88	132	50	13	4	2			422
15-16	121	78	118	44	13	4	1			379
16-17	109	70	105	40	11	4				339
17-18	153	114	95	35	11	6				414
18-19	138	103	86	32	9	4	2			374
19-20	125	94	79	29	8	5				340
20-21	117	86	123	31	18	3				378
21-22	104	79	108	28	14	1				334
22-23	94	82	98	21	11					306
23-24	87	74	72	19	3					255
TOTAL	2460	1920	2318	931	362	95	8	0	2	8096










Fuente: Elaboración propia

Resumen semanal

En el resumen semanal veremos los resultados del estudio de tráfico que se ha realizado con la finalidad de llevar un registro semanal, por lo tanto según la tabla numero 16 observamos que existe un consolidado total, donde se visualiza que el día domingo tiene un alto tránsito vehicular con 8096, mientras que el día jueves es el día de menor tránsito vehicular en la Av. Metropolitana de Ate Vitarte, también podemos ver que el (IMDS) es de 7963.

Para obtener el (IMDS) tenemos que sacar el promedio de la cantidad de vehículos que circulan diariamente en una semana y que en este caso específico es de 7963. El índice medio diario semanal se observa claramente en la tabla número 16 para un mejor detalle y entendimiento.

Tabla 11: Vehículos de toda la semana

DIA	AUTO	STATION WAGON	Camionetas	MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TOTAL VEH /DIA
					2E	2E	3E	2S1/2S2	3S1/3S2	
DIAGRA. VEH.										
SABADO	2300	1995	2150	1020	375	145	7	0		7992
DOMINGO	2360	1920	2318	931	32	95	8	0	2	8096
LUNES	2460	1783	2015	1249	630	274	6	0	3	7935
MARTES	1983	1783	2021	1250	627	240	4	0	5	7913
MIERCOLES	1996	1803	1999	1261	634	223	1	0	0	7917
JUEVES	2031	1670	2019	1300	650	195	5	0	6	7876
VIERNES	2094	1815	2045	1223	622	207	8	0	-	8014
PROM. TOTAL	2174	1824	2081	1176	510	197	6	0	2	7963

Fuente: Elaboración propia

Índice medio diario anual

En la Av. Metropolitana se realizó el estudio de tráfico y es por esa razón que en la tabla numero 17 encontramos el (IMDA 2020) cuyo resultado lo obtenemos realizando una multiplicación entre el (IMDS) y el factor de corrección estacional (Fe); en el MTC. Se encuentra mencionado que estos factores se consiguen a través

De trabajos previos y debiéndose consideran que si no existiese este trabajo por consiguiente podríamos utilizar valores que se encuentran entre 10 por ciento y 14 por ciento.










El (IMDA) 2020 es 8996 según la tabla, por lo tanto quiere decir que en este año esta cifra es la cantidad de vehículos que circulan todos los días por esta vía.

El (IMDA) 2023, lo obtuvimos con la finalidad de conocer en cuanto seguirá creciendo durante los próximos 3 años el tráfico de vehículos. Teniendo como resultado 8996 vehículos al día.

El (IMDA 2043) lo obtuvimos con la finalidad de conocer la circulación de vehículos durante los próximos 20 años. Por lo tanto el IMDA 2043 es 96 566 047, se entiende que al transcurrir la vida útil de la vía, se tendrá este número de pasadas por los vehículos. Es por esta razón que esta data será necesaria para que en el futuro, sirva para una reconstrucción del pavimento en la Av. Metropolitana, teniendo en consideración que después de haber obtenido como resultado del PCI la condición MALO, en la Av. Metropolitana se recomienda para tal caso una rehabilitación de la vía.

De esta manera lograremos una importante solución a este problema que viene aquejando a los usuarios de esta Avenida Metropolitana en Ate Vitarte.

Tabla 12: Crecimiento del tráfico

HORA	AUTO	STATION WAGON	Camionetas	MICRO	BUS	CAMION		SEMI TRAYLER		TOTAL
					2E	2E	3E	2S1/2S2	3S1/3S2	
DIAGRA. VEH.										
IMDS	2105	1824	2081	1176	510	197	6	0	2	7963
Fe%	13									
IMDA	2379	2075	2352	1329	631	223	7	0	2	8996
2020										
r%	3									
n(años)	3									
IMDA 2023	2688	2344	2657	1501.6344	713	252	8	0	2	10165
IMDA 2043	25534808	22271690	25243675	14265527	6768847	2389718	72783	0	19000	96566047

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Ejes equivalentes

Para este estudio primero, se agruparon todos los vehículos con iguales propiedades en sus ejes, posteriormente se verificó que cargas se encuentran en los diferentes ejes y comenzamos a procesar la data que corresponde. En la tabla número 18 podemos hallar los ejes equivalentes del estudio.

El índice medio diario de ejes equivalentes es 3211.40187, con este dato podremos obtener el ESAL y realizar el diseño de la vía (espesor del pavimento flexible) y de esa manera lograr la reconstrucción de la Av. Metropolitana en Ate Vitarte.

Tabla N°13: Sumatoria de ejes equivalentes para el año 2023

TIPO DE VEHICULO	IMDA 2023	CARGAS DE VEH. EJE	EJE EQUIVALENTE (EE.82.TN)	F. IMDA
AUTOS, CAMIONETAS Y MICROS	8624	1	0.000527	4.544846
	8624	1	0.000527	4.544847
B2	682	7	1.365267	862.980293
	682	10	2.2111794	1508.4435
C2	233	7	1.265367	294.83051
	233	10	2.211794	515.348001
C3	7	7	1.265367	8.857568
	7	16	1.260585	8.824094
T3S2	2	7	1.265367	2.530733
	2	16	1.260585	2.52116
	2	16	1.260585	2.52116
			f.IMDA	3211.40187

Fuente: Elaboración propia

Se procedió al cálculo del ESAL utilizando la fórmula que corresponde a un pavimento asfáltico de 20 años de diseño, arrojando como resultado 27 657 812. Considerando también los datos de la sumatoria de ejes del índice medio diario para el año 2023.

$$ESAL = \Sigma (IMDA) * Fca * Fd * Fc * Fvp * Fp * 365$$

$$ESAL \text{ flexible} = 27\ 657\ 812 \text{ TN}$$

En nuestra tabla numero 18 podemos hallar todos los datos importantes de nuestros resultados. Y continuando con el diseño del pavimento utilizamos la tabla de diseño.

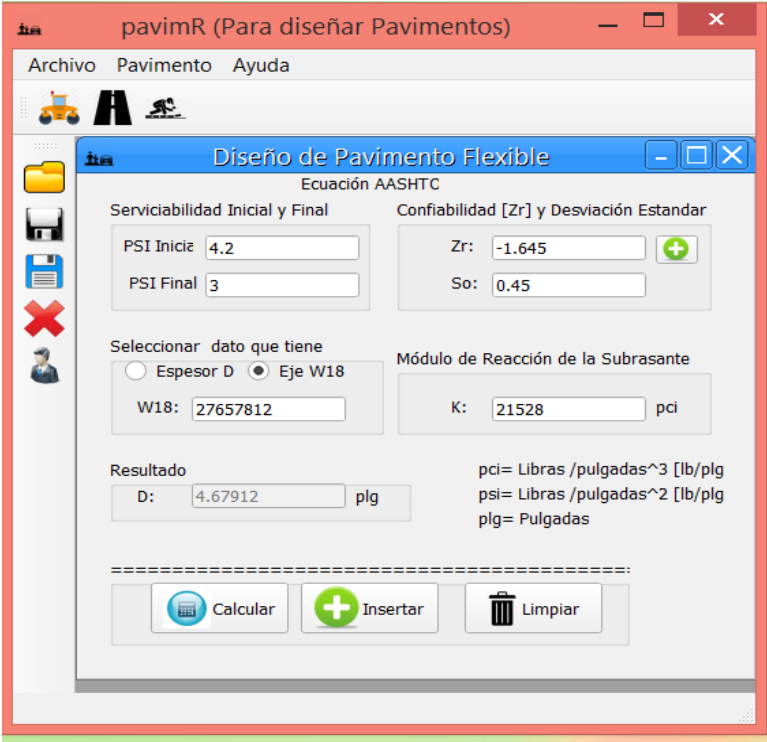
Tabla 14: Valores requeridos en el diseño del pavimento

Componentes	
ESAL (W18)	27,657,812
Módulo de Resiliencia (MR)	21,528
Confiabilidad (%R)	95%
Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar (Zr)	-1.645
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.2
Serviciabilidad Final	3
Variación de Serviciosabilidad (Psi)	1.2

Fuente: Elaboración Propia

Culminamos nuestro diseño de pavimento utilizando un software de nombre PavimR, con la finalidad de obtener el (SNR) necesario para obtener el espesor de nuestro pavimento.

Figura 38: Número Estructural Requerido (SNR)



Fuente: Elaboración propia

Este software permite ingresar y colocar todos los resultados conseguidos de las tablas del manual de carreteras (MTC), una vez colocados estos datos el Software procederá a realizar los cálculos internamente, es decir procesará los datos ingresados por el usuario y de esta manera nos arrojará un resultado (SNR). Lo cual nos permitirá conocer nuestro diseño de pavimento.

Después de realizar estos procedimientos verificamos que nuestro software nos arrojó como resultado final de los datos ingresados lo siguiente:

Este software arroja como resultado que nuestro diseño de pavimento debe tener un espesor de 4.6 pulgadas, es decir 11.7 centímetros, también sabemos que la carpeta asfáltica lo hemos diseñado para generar una serviciabilidad de 20 años.

Estos resultados generan un aporte muy importante a nuestro proyecto de investigación, por lo importante que significa esta Av. Metropolitana y por la necesidad que existe para los usuarios de esta zona, por lo tanto la Av. Metropolitana podrá generar a partir de ahí, un buen servicio para los usuarios.

Este resultado ayudara a restablecer esta Avenida que cuenta con serios problemas en su estructura desde hace muchos años atrás, considerando que ninguna entidad del estado ha solucionado este problema por la falta de recursos económicos y una falta de voluntad política. Este proyecto de investigación ha logrado un resultado para el bien de esta comunidad y del Distrito de Ate Vitarte, resultado importante en la evaluación del pavimento mediante el PCI.

V. DISCUSIÓN

Después de obtener los resultados de los diferentes tipos de fallas, información del terreno, conociendo la calificación y el estado del pavimento, a partir de ahí que podemos conocer el estado de cada una de las secciones, la condición en que se encuentran y las medidas que debemos adoptar para el mejoramiento de la vía ubicada en dicha avenida.

Posterior a la etapa de edificación de un pavimento debemos tener en cuenta la etapa de mantenimiento, para llevar acabo se necesita efectuar el diagnostico de las vías, para que posteriormente se realice una adecuada técnica de mantenimiento. De ahí la importancia de realizar diagnósticos preventivos o periódicos para evitar generar pingues gastos innecesarios.

Con respecto a la comparación con algunos autores, en el caso de Robles (2015), existen similares resultados con su investigación, ya que Robles (2015), obtuvo como resultado un PCI que según la tabla de calificación establece que el estado del pavimento se encuentra en mal estado, al igual que nuestro proyecto de investigación, y que las fallas detectadas en mayor cantidad y recurrencia son las de piel de cocodrilo y otras, donde se llega a determinar claramente que por los resultados obtenidos de la vía, se necesita urgentemente una rehabilitación o reconstrucción.

Finalmente a diferencia con el autor Pinilla (2007), quien obtiene un PCI de cincuenta, que según la tabla de calificación establece claramente que el estado del pavimento se encuentra en regular estado, muy diferente a nuestro proyecto de investigación, también establece que las fallas detectadas en mayor cantidad y recurrencia es la de piel de cocodrilo y otras, donde se llega a determinar claramente que por los resultados de la vía, se necesita un mantenimiento correctivo.

VI. CONCLUSIONES

Conclusiones:

- Se empleó el método PCI en el diagnóstico del pavimento de un tramo de la Av. Metropolitana Ate Vitarte 2020, para lograr determinar el problema o estado en que se encuentra la vía, de ahí se utilizó la tabla de calificación y se conoció el estado de la vía, con la finalidad de efectuar el tipo de intervención más óptimo, necesario para poder amainar o solucionar el problema de nuestro proyecto de investigación, y de esta manera disminuir y ahorrar gastos de operación y mantenimiento.
- Logramos determinar los parámetros de evaluación de la Avenida Metropolitana, Ate Vitarte 2020; de acuerdo a las fallas de la metodología PCI, lográndose anotar varias fallas, el grado del problema que se obtiene de cada tramo de la vía a evaluar, encontrándose severidades altas y bajas, las U.M. evaluadas fueron veinte bajo el método PCI.
- Se llevó acabo el cálculo del PCI en la Avenida Metropolitana Ate Vitarte 2020. de la información obtenida de cada UM. (unidad de muestra) empleando la metodología.
- Por último se obtuvo el resultado de la condición de la vía aplicando el PCI en la Avenida Metropolitana Ate Vitarte 2020, consiguiendo un índice promedio de 36.60 que según la escala de valores de la clasificación pudimos conocer el estado de la vía (MALO), por lo tanto según este resultado se consideró la intervención inmediata.

Gracias a este resultado ahora podemos conocer el tipo de intervención a realizarse en la Avenida Metropolitana. Para este resultado según la tabla de clasificación del Pavimento es necesario ejecutar una rehabilitación con refuerzo estructural.

VII. RECOMENDACIONES

Primera

Ampliar y mejorar la investigación del estudio en la evaluación de fallas en los diferentes tipos de pavimentos, de esta forma podremos detectar errores o fallas que no son muy comunes, posteriormente utilizar las opciones más adecuadas de intervención.

Segunda

Al realizar un tipo de intervención, es muy importante conocer los daños y tipos de fallas existentes en la vía, y decidir por la solución más acertada y que se ajuste a las necesidades de las vías, de esta forma podremos garantizar y alargar la vida útil del pavimento.

Tercera

Llevar acabo con mayor constantemente de manera preventiva los mantenimientos, de esa manera evitaremos intervenir en vías deplorables, que con el tiempo generan altos costos de reparación.

Cuarta

Ampliar la investigación acerca de las fallas en los pavimentos flexibles como son: Proceso constructivo, tráfico de diseño, deficiencias de proyecto y también evaluar la base, sub base y la subrasante.

VIII. REFERENCIAS

- ✓ Chong, G., Phang, W.(s.f.) Improved Preventive Maintenance: Sealing Cracks in Flexible Pavements Cold Regions, 12-19
- ✓ Coronado: J.(2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala: Usaid
- ✓ Corros M. Urbadez, E., y Corredor G. (2009). Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ Coy Pineda, O M. (2017). Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52° a 53C comparando los métodos VIZIR Y PCI. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- ✓ Aashto, Astm D 6333-03, (2004). Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing And Materials. Estados Unidos.
- ✓ ASTM D 5340 – 98 American Society for Testing and Materials. Índice de Condicion de Pavimentos (PCI). España: ASTM, 2005.51 pp.
- ✓ Bandara, N., y Gunaratne, M. (2001). Current and future pavement maintenance prioritization base don rapid visual condition evaluation. J. Transp. Eng, 127-116-123.
- ✓ Borja, M., (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, Perú.
- ✓ Brown. R. (1988). Preventive maintenance of asphalt concrete pavements. National Center for Asphalt Techology.
- ✓ Chang, C. (2005). Evaluación, diseño, construcción, gestión paviments, un enfoque al futuro. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima Perú.

- ✓ Rodríguez, E. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. (Tesis para optar el título de ingeniería civil). Universidad de Piura.
- ✓ Sarmiento, Ch Y Arias. T. (2015). Análisis y diseño de la avenida Mártir Olaya ubicada en Lurín. (Tesis para optar el título de ingeniería civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima.
- ✓ Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú Solmini(2013). Manual de Carreteras EG-2013.
- ✓ Solminihac, H. (2003). Gestión de Infraestructura Vial. Santiago de Chile. Editorial UCCH.
- ✓ Shahin, M. (2005). Pavement Management for Airports Roads and Parking. Guía para la evaluación de pavimentos con superficie asfáltica. Segunda edición.
- ✓ Gamboa, K. (2009). Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Avenida La Palmera de Piura. (Tesis para optar el título de ingeniería civil). Universidad de Piura.
- ✓ Guía de Pavimentos. (2004). Universidad Mayor de San Simón. 644pp.
- ✓ Gutiérrez, W. (1994) Índice de Condición del Pavimento. Método de Evaluación de Pavimentos Asfálticos. Conferencia.
- ✓ Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ta ed.). México: Mc Graw Hill.
- ✓ Herold, M, Roberts, R Smadi, O., y Noronha, V. (s.f.). Road Condition mapping with hyperspectral remote sensing, 1-15.
- ✓ Miranda, R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. (Tesis para optar el título de ingeniería civil). Universidad Austral de Chile. Santiago. Valdivia.
- ✓ Manual completo de diseño de pavimentos. (2004). UMSS.634 pp.
- ✓ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos Sección suelos y pavimentos. Perú: MTC, 2014.301 pp.
- ✓ Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Bogotá Colombia: Universidad Católica de Colombia.

- ✓ Park, K., Thomas, N., y Wayne, K. (2007). Applicability of the International Roughness Index as a Predictor of Asphalt Pavement Condition. *J. Transp. Eng.* 133, 706-709.
- ✓ Pinilla Valencia, J. A. (2007). Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de lo a Libertad – Malteria desde el K0 + 000 hasta el K6+000 (código 5006), (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- ✓ U.S. Army Engineer Research and Development Center. (2001). Paver asphalt surfaced airfields Pavement Condition Index (PCI). Estados Unidos.
- ✓ Instituto Nacional de defensa Civil (INDECI). (s.f.). Mapa de suelos en los Distritos de Lima. Lima, Perú: minam. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/38840>.
- ✓ Ismail, N., Ismail, A., y Atiq, R. (2009). An Overview of Expert Systems in Pavement Management. *European Journal of Scientific Research*, 30(1), 99-111.
- ✓ Jugo, A. (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimentos flexibles. Caracas Venezuela: Acciones básicas.
- ✓ Leguía, P. B. y Pacheco, H. F. (2006). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho – Huaura - Lima). (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- ✓ Rabanal Pajares, J. E. (2014). Análisis de estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento. Cajamarca - 2014. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima.
- ✓ Rajagopal, A. y George, K. (2006). Pavement Maintenance Effectiveness. *University of Mississippi*, 62 – 68.
- ✓ Robles Bustios, R. (2015). Calculo del Índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- ✓ Shah, Y., Jain, S., Tiwari, D., & Jain, M. (2013). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 104, 332-341.

- ✓ Shahnazari, H., Tutunchian, M., Mashayekhi, M., & Amini, A. (2012). Application of Soft Computing for Prediction of Pavement Condition Index, J. Transp. Eng, 138, 1495-1506.
- ✓ Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica (2a ed.). Lima, Perú. San Marcos E. I. R. L.
- ✓ Vasquez, L. (2002). Pavement Condition Index para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- ✓ Yang, J., John, J., y L, Gunaratne, M. (2003). Application of neural network models for forecasting of pavement crack index and pavement condition rating. University of south Florida. / 1 + 152.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	ÍNDICADORES	MÉTODO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:						
¿Cómo determinar el estado de conservación del pavimento realizando la evaluación superficial del pavimento empleando la metodología PCI en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020?	Evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando la metodología PCI en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	Al determinar el estado de conservación del pavimento flexible realizando la evaluación superficial del pavimento empleando el método PCI se conoce el estado de conservación del pavimento en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	Variable Independiente: Método PCI	Parámetros Evaluación: tipos de fallas	<ul style="list-style-type: none"> * Clase * Severidad * Extensión 	Enfoque Mixto: Cualitativo y Cuantitativo		
			Cálculo del PCI	<ul style="list-style-type: none"> * Cálculo del número máximo de valor deducido * Determina el número máximo admisible del valor deducido * Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) * Determinar el PCI 				
			Condición del pavimento	<ul style="list-style-type: none"> * Identificar el rango de clasificación del PCI * Determinar la condición según el rango 				
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:				Es descriptivo, puesto que tiene por propósito describir los niveles de severidad, tipos de fallas presentados en el pavimento flexible, además de detallar el procedimiento de inspección ocular a realizarse.	TÉCNICA UTILIZADA: OBSERVACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Ficha de Registro PCI (ASTM D6433-03) FICHA DE CONTEO VEHICULAR: Método AASHTO 93
¿Cómo se determina los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020?	Determinar los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	parámetros mediante la evaluación superficial del pavimento flexible bajo los procedimientos del PCI en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	Variable Dependiente:	Evaluación Inicial: (ASTM D6433-16)	<ul style="list-style-type: none"> * Inspección Visual * Observación de fallas * Seleccionar tramos de acuerdo con la uniformidad 	Diseño de Investigación No Experimental Tipo transversal		
¿Cómo se realiza el calculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible, en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020?	Realizar el calculo PCI para la evaluacion superficial del pavimento en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	se realiza el calculo del PCI mediante datos obtenidos en la evaluacion superficial del pavimento flexible para cada unidad de muestra en un tramo de la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.	Evaluación superficial del pavimento flexible	Evaluación Detallada: (ASTM D6433-16)	<ul style="list-style-type: none"> * Progresiva de las fallas * Clasificación de fallas * Recolección de datos 			
¿Cómo se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020?	Dretermina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020,	Se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible mediante la evaluación superficial, basado en la escala de clasificación del PCI en la Av. Metropolitana, Ate Vitarte 2020.		Diseño de Pavimento por Método Asshto 93	<ul style="list-style-type: none"> * Esal * parámetro principal el CBR * Módulo Resiliente de la Sub-rasante (psi) * Analisis de tráfico * indice de servicialidad inicial, po * indice de servicialidad terminal de diseño, pt * diferencia entre el indice, de serv. po, y el índice de serv. pt * Nivel de confianza y desviación standar. 			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variable (Independiente)

MATRÍZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
VARIABLE INDEPENDIENTE (Metodología PCI)	Método que determina la condición del pavimento a mediante de la inspección visual. De las cuales identifica la clase de falla y escala de daño que sufre, esta metodología abarca la manera exacta para la inspección y calificar el pavimento, siendo generalmente adquirido como técnica estandarizada. (ASTMD 6433-03).	Para la obtención de datos se tendrá en cuenta los requisitos mínimos que establece la norma ASTM D6433 que se basa en el método del PCI para pavimentos asfálticos utilizando el formato de recolección de datos para la evaluación del pavimento ASTM D6433-16	Parámetros Evaluación: tipos de fallas	<ul style="list-style-type: none"> • Clase • Severidad • Extensión 	Enfoque mixto: cualitativo cuantitativo
			Cálculo del PCI	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer el número superior aceptable de valor deducido • Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV) • Determinar el PCI • Identificar la escala de clasificación del PCI • Identificar el rango de clasificación del PCI • Determinar la condición según el rango. 	Tipo de Investigación Es aplicada descriptiva Diseño de Investigación No experimental tipo transversal
			Condición del Pavimento		

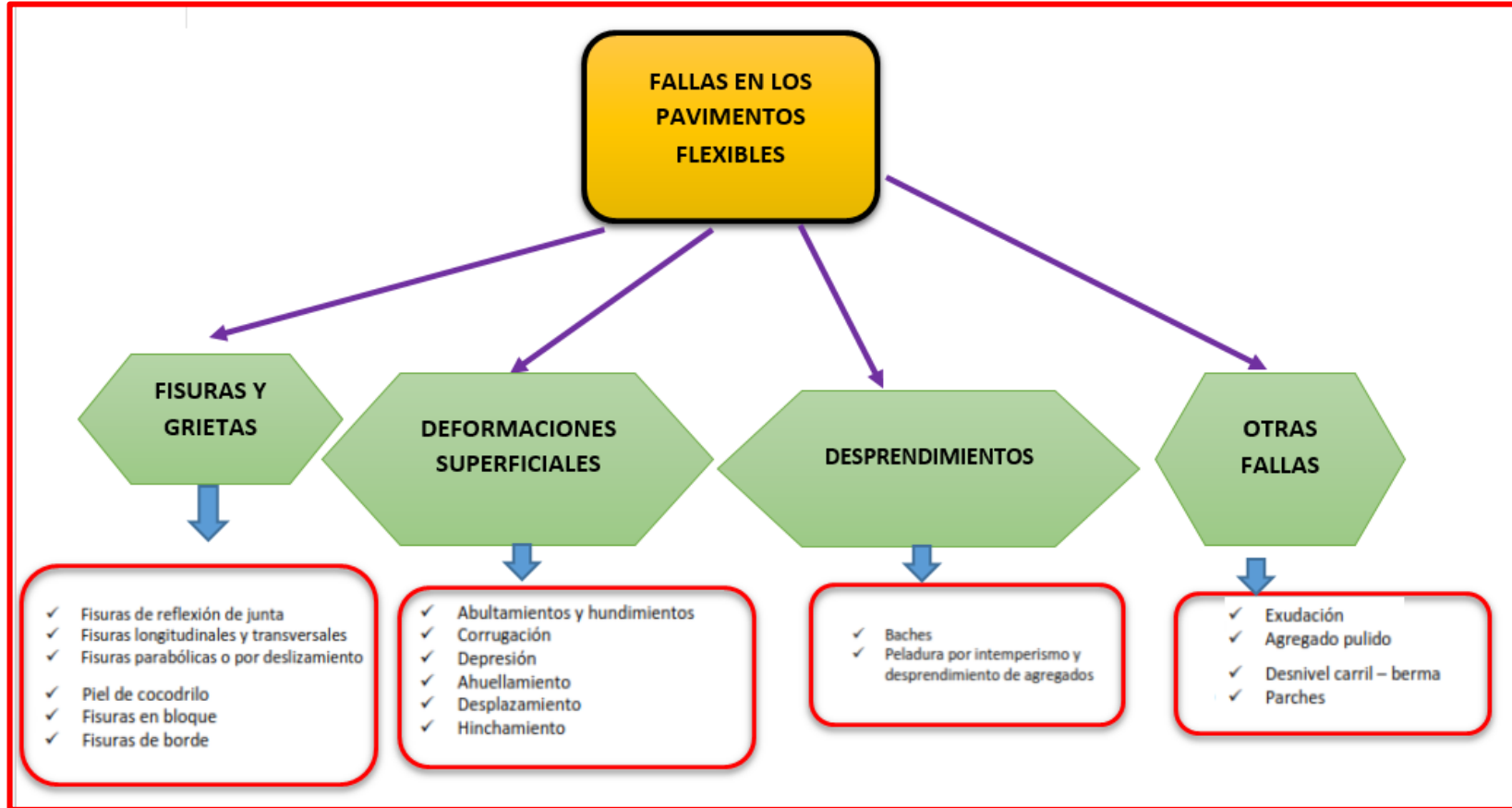
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variable (Dependiente)

MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
VARIABLE DEPENDIENTE (Evaluación Superficial del Pavimento)	Es la evaluación realizada a la superficie del pavimento con el objetivo de determinar las fallas que afectan al pavimento y conocer la condición en que se clasifica). (ASTM D6433 – 16, p.2)	Para esta variable se utiliza métodos de evaluación superficial mediante la inspección visual haciendo uso del manual de evaluación de pavimentos para determinar las características de los indicadores establecidos, (ASTM D6433-16).	Evaluación inicial (ASTM D6433 – 16)	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual • Observación de fallas 	
				<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar tramos de acuerdo con la uniformidad. 	Enfoque mixto: Cualitativo y cuantitativo
				<ul style="list-style-type: none"> • Progresiva de fallas 	Tipo de Investigación Aplicada - Descriptiva
				<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de fallas • Seleccionar tramos de acuerdo con la uniformidad. 	Diseño de Investigación No experimental Tipo transversal
			Método ASSHTO 93	<ul style="list-style-type: none"> • Esal • Parámetro principal el CBR. 	
			Alternativas de solución	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de desvío y señalización. 	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Gráfico de reconocimiento de fallas del pavimento flexible por PCI




Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Calificación de la condición del pavimento PCI

INDICE	CONDICION
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy Malo
10-0	Fallado

Fuente: ASTM D6433-03

Anexo 5: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAV. FLEXIBLE
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FALLAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

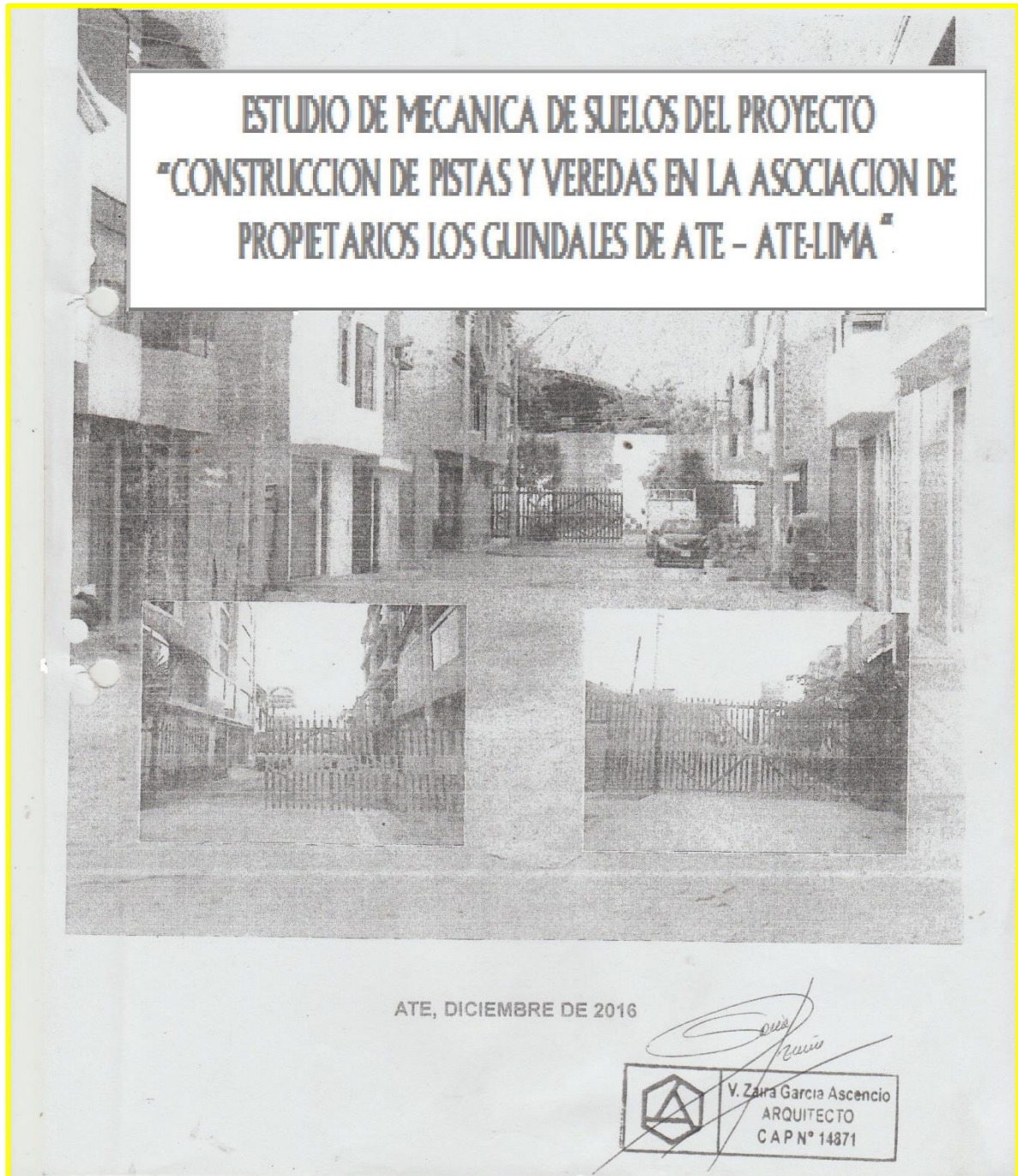
 UCV	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS MÉTODO PCI(PAVEMENT CONDITION INDEX) PATRÓN DE EVALUACIÓN POR CADA CLASE DE FALLA
---	---

N°	TRANSITABILIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low(Baja)	Medium(Medio)	High(Alta)
0	Calidad del Tránsito	TRA		Incomodidad de usuarios	Ninguna	Moderada	Alta
				Reducción de velocidad	Nula	Regular	Considerable
				Rebotes y Vibraciones	Ligera	Significativo	Excesivo

N°	CLASE DE FALLA	SIMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low(Baja)	Medium(Medio)	High(Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	M2	Severidad de grietas	s>10mm	10mm<s<30mm	s>30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Rebotes y Vibraciones	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	M2	Grado de exudación	Ligero	Moderada	Alta
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en bloque	BLO	M2	Severidad de grietas que definen los bloques	s<10mm	10mm<s<76mm	S>76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	M2	Severidad de tránsito	Baja	Media	Alta
5	Corrugación	COR	M2	Severidad de tránsito	Baja	Media	Alta
6	Depresión	EP	M2	Severidad de tránsito	13mm<h<25mm	25mm<h<51mm	h>51mm
7	Grieta de Borde	GB	M	Fragmentación			
				Desprendimientos	NP (no presenta)	Poco definido	Bien definido
				Severidad	s<10mm	10mm<s<76mm	s>76mm
8	Grieta de Reflexion de Junta	GR	M	Agrietamiento	bajo	medio	severo
				Grieta sin relleno	s<10mm	10mm<s<76mm	S>76mm
9	Desnivel Carril Berma	DN	M	Grieta con relleno			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	M	Elevación entre el borde del pavimento y la berma	25mm<h<51mm	51mm<h<102<mm	h>102mm
11	Parcheo	PA	M2	Severidad de las grietas	s<10mm	10mm<s<76mm rodeado o no por grietas aleatorias de severidad M o H	s>76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H
12	Pulimiento de Agregados	PU	M2	Condición de parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	Baja	media	alta
13	Huecos	HUE	Und	Grado de pulimiento deberá ser significativo para ser considerado como defecto	NO DEFINIDO	NO DEFINIDO	NO DEFINIDO
14	Cruce de vía férrea	CVF	M2	Huecos con diametro menor a 762mm (d<762mm)	102mm<d<203mm h<25.4mm	102mm<d<203mm h>50.8mm	203mm<d<257mm h>50.8mm
					102mm<d<203mm 25.4mm<h<50.8mm	203mm<d<457mm 25.4mm<h<50.8mm	457mm<d<762mm 25.4mm<h<50.8mm
					203mm<d<457mm h<25.4mm	547mm<d<762mm h<25.4mm	547mm<d<762mm h>50.8mm
					Huecos con diametro mayor a 762mm(d>762mm)N=A/0.47	NO DEFINIDO	h<=25mm
15	Ahuellamientos	AHU	M2	Severidad de tránsito	baja	media	alta
16	Desplazamientos	DES	M2	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm<h<13mm	13mm<h<25mm	h>25mm
17	Grieta Parabólica	GP	M2	Severidad de la grieta	baja	media	alta
				Area alrededor de la grieta	s<10mm	10mm<s<38mm	s>38mm
18	Hinchamiento	HN	M2	Severidad del tránsito	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
				Severidad del tránsito	baja	media	alta

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado y CBR



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACIÓN DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA

1 GENERALIDADES

Proyecto: "Construcción de pistas y veredas en la asociación de propietarios Los Guindales de Ate - Distrito de Ate - Lima". Para tal objeto se ha realizado el Estudio de Mecánica de Suelos; con el cual se ha establecido su estado con la finalidad de efectuar un diseño que guarde relación con el suelo de fundación y cumpla con las necesidades estructurales de pavimento urbano.

1.1 UBICACIÓN

Las vías que conforman el proyecto, se encuentra en el distrito de Ate, y están compuestas por:

- Calle San Lucas, aproximadamente de 90 m. de longitud.
- Calle San Cristóbal, con una longitud de 115 m. en promedio.
- Pasaje 1, contando con una longitud aproximada de 70 m.

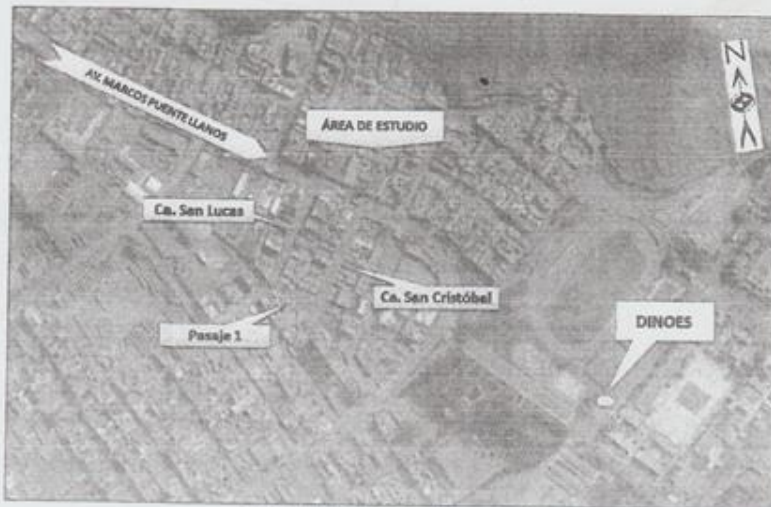


Figura 1. Ubicación de las calles en estudio



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 179315

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE-ATE-LIMA

1.2 CLIMA

La zona del proyecto está ubicada, según la clasificación del Dr. Javier Pulgar Vidal expuesta en su "Geografía del Perú", en la región climática Costa.

La "Costa" se ubica entre los 0 y los 500 msnm. Se caracteriza por tener un relieve moderadamente plano y ondulado, las temperaturas son de orden subtropical desértico: con escasez de lluvias en todo el año. El clima es templado cálido, la temperatura media oscila entre 13°C y 19°C.

1.3 FUNDAMENTOS TÉCNICOS

- Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección: Suelos y Pavimentos, del MTC.
- Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC, EG-2013.
- Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras del MTC
- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras del MTC, EM-2016.
- AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos

2 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es establecer, al nivel del estudio desarrollado, la estructura del pavimento para un periodo de servicio de 10 años, en conformidad al estado actual de las condiciones y resistencia del suelo de fundación.

3 ESTADO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Para establecer el estado del pavimento, en el presente estudio se han efectuado las evaluaciones correspondientes. Siendo las condiciones actuales de las vías en un estado de terreno natural (sub rasante).

En la siguiente figura se visualiza las condiciones existentes en la zona de estudio.



MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 428316

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA



Estado actual del pasaje 1.

4 ESTUDIO DE SUELOS

Conforme a los términos de referencia se ha desarrollado el Estudio de los Suelos, para determinar sus características físico-mecánicas, con la finalidad de definir el perfil estratigráfico, establecer su capacidad de soporte, y su posible comportamiento ante la transmisión de las cargas del tráfico del proyecto.

Se ha evaluado el estado en que se encuentra los suelos naturales, los factores influyentes en su comportamiento como la presencia del agua, el medio ambiente y el tráfico.

Para tal fin, se efectuaron 2 calcatas en la plataforma sobre la plataforma. Estas se ubicaron proporcionalmente en cada tramo de estudio.



[Signature]
MARC ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Nº. CIP N° 178318

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA



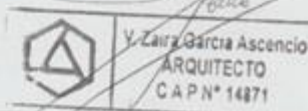
Ubicación de la Calicata C-1, Ca. San Lucas.

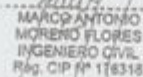


Localización en la calzada de la calicata C-2, Ca. San Cristóbal.

Una vez definida la ubicación de los puntos de estudio, se efectuaron las excavaciones para iniciar la prospección. Estos pozos exploratorios se efectuaron a "cielo abierto" alcanzando una profundidad mínima de 1,50 m.

Se llevó el registro de los espesores del suelo natural, así como de cada una de las capas granulares existentes, sus características de gradación, humedad, tamaño y forma de los agregados gruesos, plasticidad de los finos y su estado de compactación.


Y. Zaira García Ascencio
ARQUITECTO
CAP N° 14871


MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA

4.1 Descripción de los suelos encontrados

Se realizaron 2 perforaciones sobre la actual plataforma vial, cuya ubicación se indica a continuación:

UBICACIÓN DE CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS UTM	
		ESTE (m)	NORTE (m)
C-1, Calle San Lucas	1.50	291287	8668534
C-2, Calle San Cristóbal	1.50	291308	8668455

Tabla 1. Ubicación de calicatas de estudio

A continuación se hace una descripción de los tipos de materiales encontrados:

Calicata C-1: Está ubicada en la calle San Lucas.

- De 0,00m a 1,50m de profundidad se tiene material de relleno no estructural.

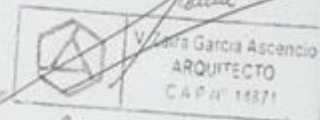
Por ser el suelo de la zona de estudio un relleno, se han encontrado bolsas y sacos de polipropileno, ladrillos rotos y una mezcla de suelos granulares y finos, así mismo el suelo presenta una compacidad muy baja.



Calicata C-1, Calle San Lucas

Calicata C-2: Realizada en la calle San Cristóbal.

- De 0,00 m a 1,50 m de profundidad se tiene un relleno.



Firma manuscrita: *Moreno Flores*
MARC ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176318

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA



Calicata C-2. Ca. San Cristóbal.

En esta segunda calicata se ha encontrado un suelo similar que la calicata anterior, siendo un suelo resultante de una mezcla y con la presencia de bolsas, ladrillos de construcción y bloques de concreto portland. Concluyendo que el suelos que conforma el área de estudio es relleno.

En el siguiente gráfico se representa las estructuras de pavimentos encontrados así como los suelos de fundación en el área de estudio.

[Handwritten signature]
V. Zaira García Ascencio
ARQUITECTO
CAP N° 14371

[Handwritten signature]
MARCO ANTONIO
MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 176315

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA"

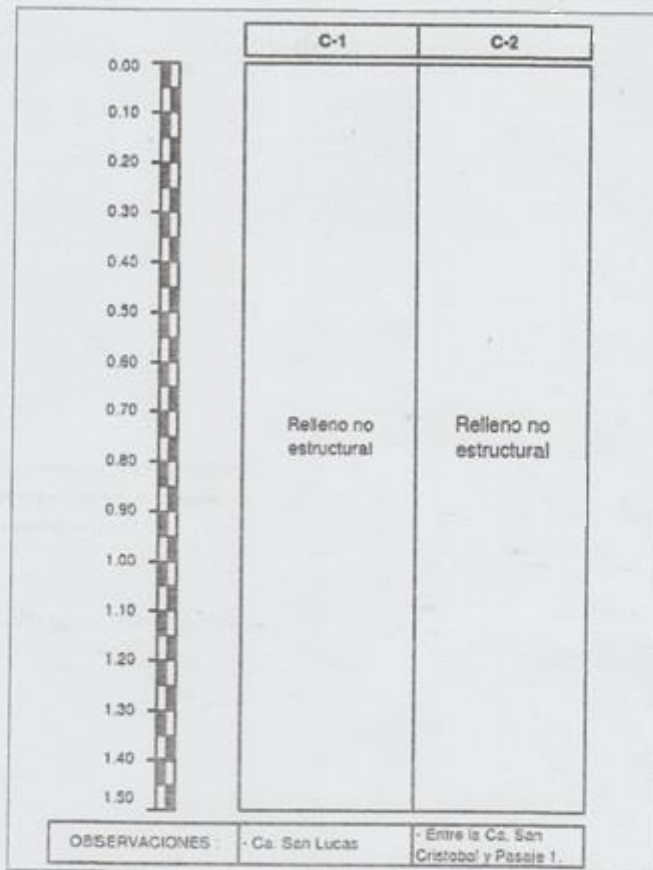


Figura 9. Perfil estratigráfico, de las calles San Lucas y San Cristóbal.


 Y. Z. de Ingeniería Asociados
 ARQUITECTOS
 C. A. T. N. O.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.º N.º 178318

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE PISTAS Y VEREDAS EN LA ASOCIACION DE PROPIETARIOS LOS GUINDALES DE ATE - ATE - LIMA

5 CAPACIDAD RELATIVA DE SOPORTE DE LOS SUELOS

De acuerdo ítem 4.0, Estudio de Suelos, se han realizado 02 perforaciones de estudio, de 1.50m de profundidad cada una, en estas calicatas, se han registrado, la presencia de material de relleno no estructural de compacidad baja, a lo que concierne una mezcla de suelo granular con restos de raíces, residuos de plásticos, costales, sedimentos de ladrillos y bloques de concreto. En tal sentido, es necesario reemplazar este material, ya que, en caso contrario, la estructura del pavimento proyectado sufrirá asentamientos y daños a temprana edad. Debido al bajo volumen de tráfico, se recomienda reemplazar el relleno existente, hasta una profundidad de 0.80m, respecto del nivel actual del terreno natural.

Hasta llegar a un nivel de -0.15 m respecto de la subrasante, se debe colocar un material, cuyo tamaño máximo debe ser 3" y que cumpla con los requerimientos de la Sección 205 de las Especificaciones Técnicas EG-2013 del MTC, este material deberá ser compactado en capas de 0.30m como máximo, en las cuales se deberá obtener Grados de Compactación de 90% de la Máxima Densidad Seca, como mínimo.

Los últimos 0.15m, antes de llegar al nivel de subrasante, el material que se colocará debe tener tamaño máximo de 2" y debe cumplir con los requerimientos de la Sección 205 de las Especificaciones Técnicas EG-2013 del MTC, esta capa será compactada hasta obtener el 95% de la Máxima Densidad Seca, como mínimo.

En tal sentido, el CBR que represente a la capacidad de soporte del suelo de relleno estructural colocado, tendrá que tener un valor mínimo 30% referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"; este valor de CBR, será el que se usará para el diseño del nuevo pavimento.

Así mismo, también se empleará una capa de Base Granular con el valor de CBR mínimo de 80% referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1".




























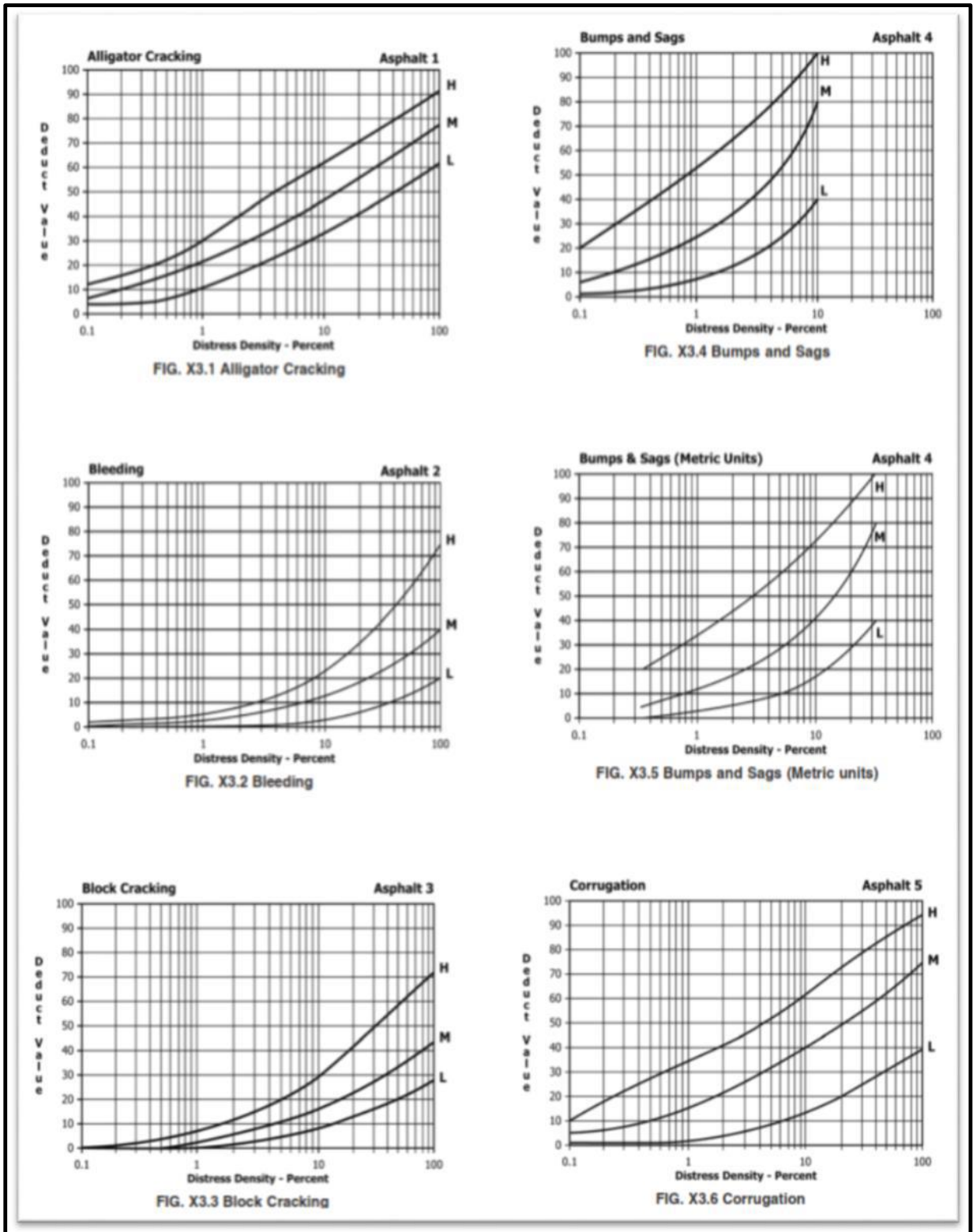
Anexo 8: Instrumento de Recolección de Datos: Conteo Vehicular

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO																			
ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA																					
SENTIDO		O ←											E →								
UBICACIÓN																		DIA Y FECHA			
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9: Gráfica de valor deducido de fallas PCI



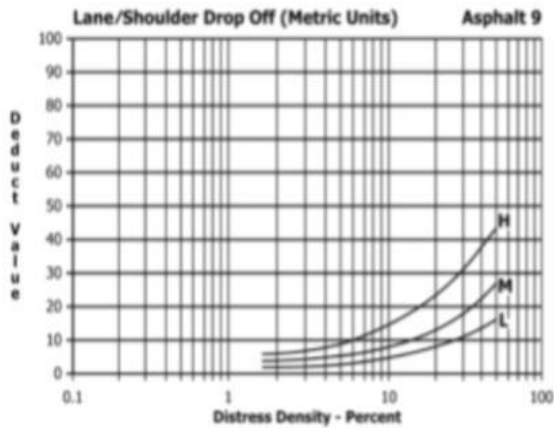


FIG. X3.13 Lane/Shoulder Drop-Off (metric units)

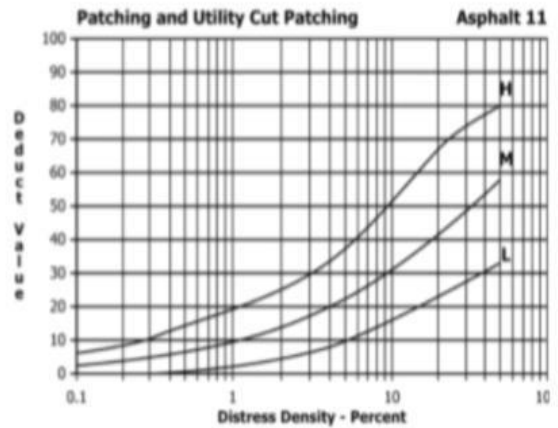


FIG. X3.16 Patching and Utility Cut Patching

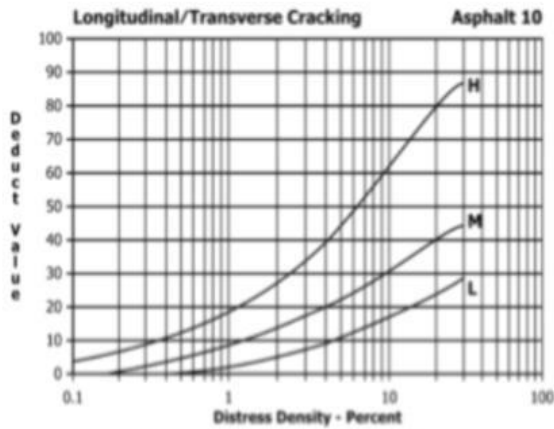


FIG. X3.14 Longitudinal/Transverse Cracking

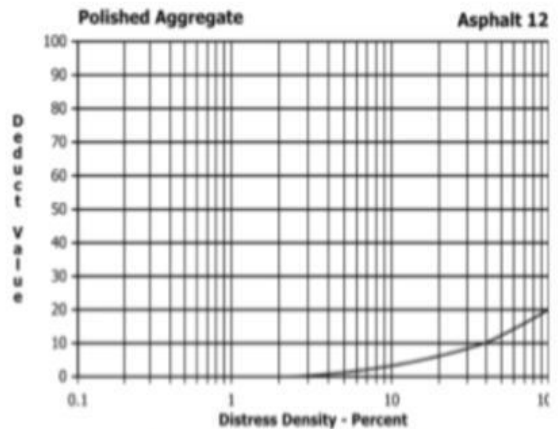


FIG. X3.17 Polished Aggregate

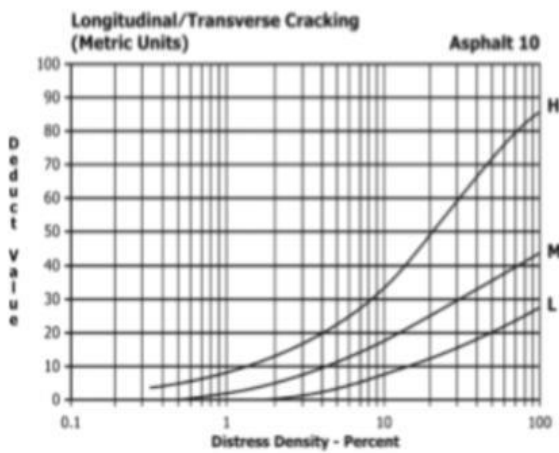


FIG. X3.15 Longitudinal/Transverse Cracking (metric units)

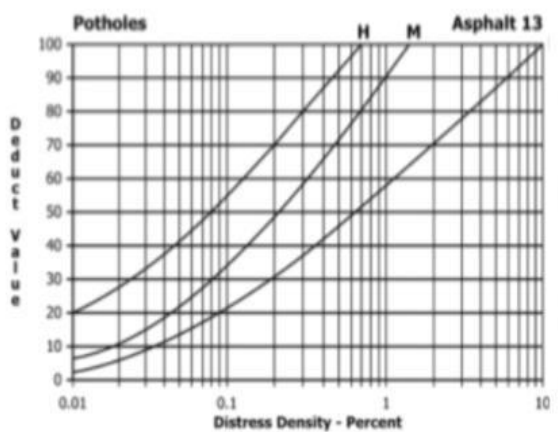


FIG. X3.18 Potholes

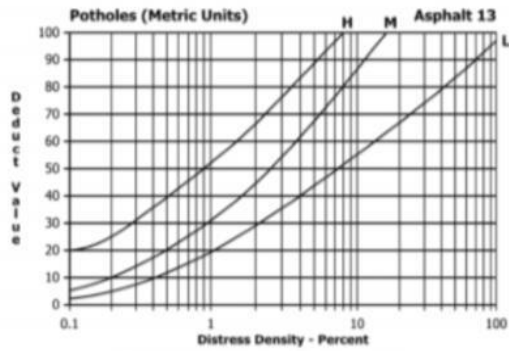


FIG. X3.19 Potholes (metric units)

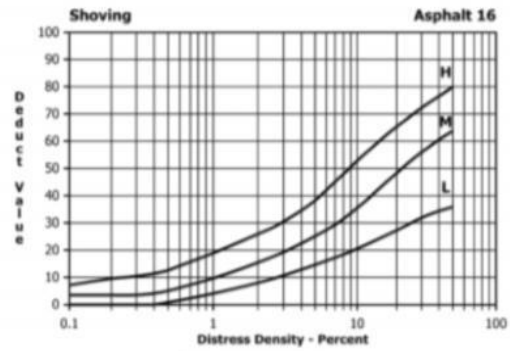


FIG. X3.22 Shoving

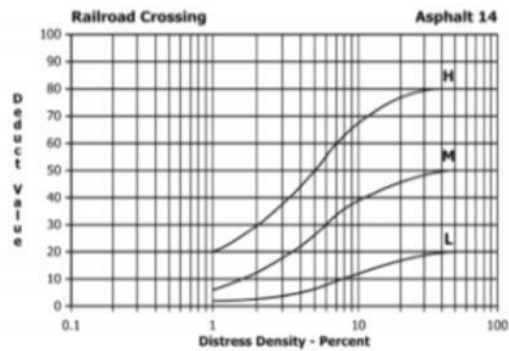


FIG. X3.20 Railroad Crossing

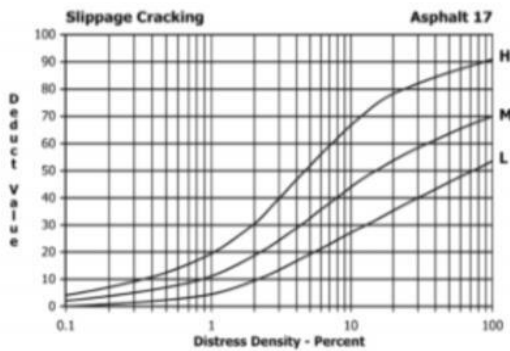


FIG. X3.23 Slippage Cracking

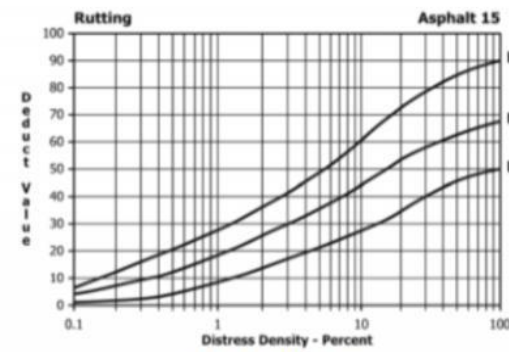


FIG. X3.21 Rutting

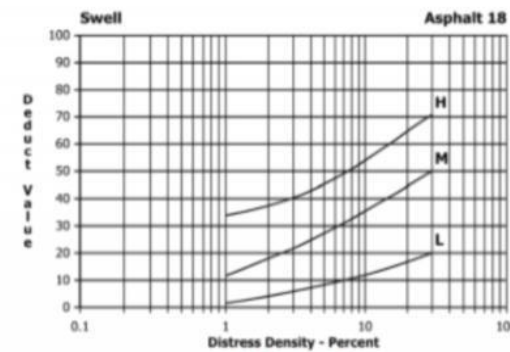


FIG. X3.24 Swell

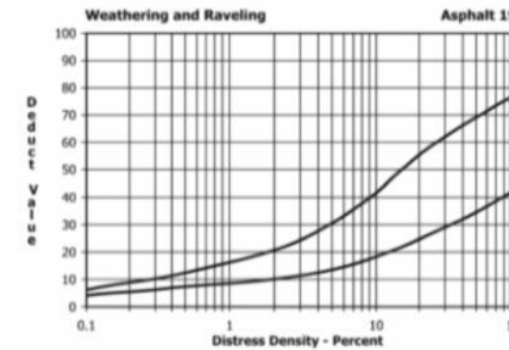


FIG. X3.25 Raveling

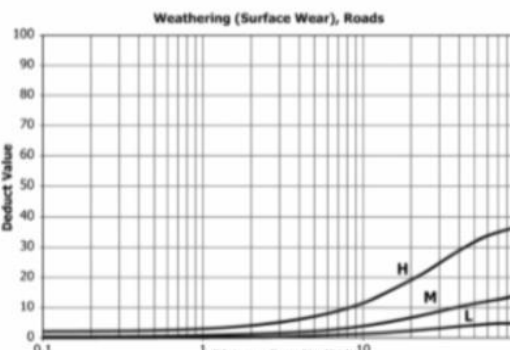
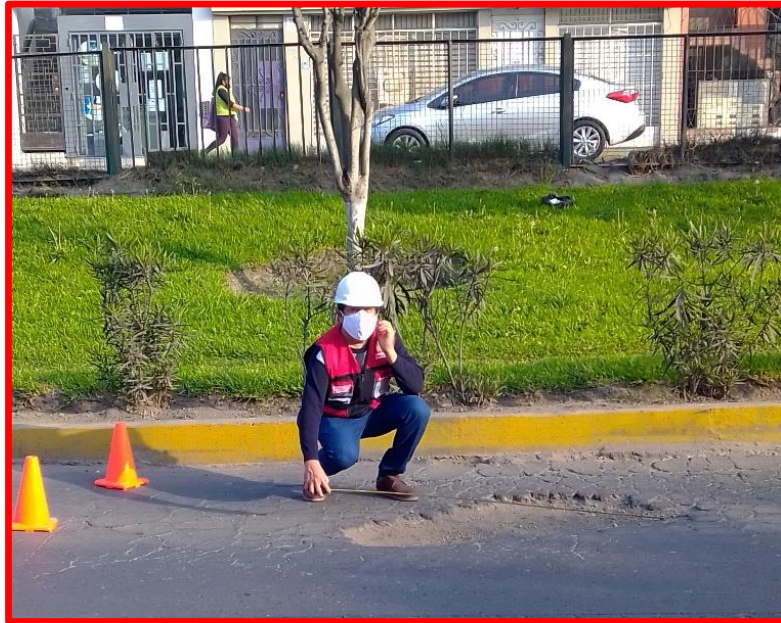


FIG. X3.26 Weathering

Anexo 10: FOTOGRAFÍA DE EVALUACIÓN

Panel Fotográfico de la Av. Metropolitana



HUECOS